

# **ANALISIS KUALITAS AIR SUNGAI CILIWUNG DI KOTA BOGOR MENGUNAKAN METODE INDEKS PENCEMARAN**

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**NAILA MARWAH AFIEFAH  
NIM. 175080107111013**



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN  
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN  
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2021**

# **ANALISIS KUALITAS AIR SUNGAI CILIWUNG DI KOTA BOGOR MENGUNAKAN METODE INDEKS PENCEMARAN**

**SKRIPSI**

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan  
di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan  
Universitas Brawijaya**

**Oleh:**

**NAILA MARWAH AFIEFAH  
NIM. 175080107111013**



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN  
JURUSAN ASAL MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN  
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2021**



SKRIPSI

**ANALISIS KUALITAS AIR SUNGAI CILIWUNG DI KOTA BOGOR  
MENGUNAKAN METODE INDEKS PENCEMARAN**

Oleh:

**NAILA MARWAH AFIEFAH  
NIM. 175080107111013**

Telah dipertahankan didepan penguji  
pada tanggal 9 Juli 2021  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Mengetahui:  
Ketua Jurusan  
Manajemen Sumberdaya Perairan



**Dr. Ir. M. Firdaus, MP**  
NIP. 19680919 2005011001  
Tanggal: 7/19/2021

Menyetujui,  
Dosen Pembimbing 1

**Dr. Ir. Mohammad Mahmudi, MS**  
NIP. 196005051986011004  
Tanggal: 7/19/2021

**PERNYATAAN ORISINALITAS**

Dengan ini saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Naila Marwah Afiefah

NIM : 175080107111013

Judul Skripsi : Analisis Kualitas Air Sungai Ciliwung di Kota Bogor Menggunakan Metode Indeks Pencemaran

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah, tabel, gambar maupun ilustrasi lainnya yang tercantum sebagai bagian dari Skripsi. Jika terdapat karya / pendapat / penelitian dari orang lain, maka saya telah mencantumkan sumber yang jelas dalam daftar pustaka.

Demikian pernyataan ini saya buat, apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Brawijaya, Malang. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa adanya paksaan dari pihak manapun.

Malang, 3 Juni 2021



Naila Marwah Afiefah  
NIM. 175080107111013



## IDENTITAS TIM PENGUJI

Judul : Analisis Kualitas Air Sungai Ciliwung di Kota Bogor  
Menggunakan Metode Indeks Pencemaran

Nama Mahasiswa : Naila Marwah Afiefah

NIM : 175080107111013

Program Studi : Manajemen Sumberdaya Perairan

### PENGUJI PEMBIMBING

Dosen Pembimbing 1 : Dr. Ir. Mohammad Mahmudi, MS.

### PENGUJI BUKAN PEMBIMBING

Dosen Penguji 1 : Prof. Dr. Ir. Endang Yuli Herawati, MS.

Dosen Penguji 2 : Dr. Agus Maizar S.H., S.Pi., MP.

Tanggal Ujian : 9 Juli 2021



## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat karuniaNya saya dapat menyelesaikan laporan skripsi. Pada kesempatan ini izinkan penulis untuk mengucapkan terima kasih kepada :

1. Segala puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat, karunia dan ridhoNya sehingga saya dapat menyelesaikan laporan skripsi.
2. Seluruh keluarga yang selalu memberi dukungan baik secara moril, material, serta doa kepada saya selama menyelesaikan rangkaian skripsi.
3. Bapak Dr. Ir. Mohammad Mahmudi, MS selaku dosen pembimbing skripsi yang telah membimbing serta memberikan ilmu, dukungan, dan saran dalam penyusunan laporan skripsi ini.
4. Dinas Lingkungan Hidup Kota Bogor yang telah memberikan data sekunder sebagai pelengkap laporan skripsi.
5. Satuan Tugas Tim Naturalisasi Ciliwung yang telah membantu dalam proses pengambilan data di lapang.
6. Para sahabat, teman satu bimbingan, serta seluruh teman Manajemen Sum-berdaya Perairan angkatan 2017 yang selalu memberi semangat. Semoga kalian juga dilancarkan dalam menyelesaikan laporan skripsi ini.
7. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu membantu saya selama proses persiapan skripsi hingga penyusunan laporan skripsi ini.



## RINGKASAN

**Naila Marwah Afiefah.** Analisis Kualitas Air Sungai Ciliwung di Kota Bogor Menggunakan Metode Indeks Pencemaran (di bawah bimbingan **Dr. Ir. Mohammad Mahmudi, MS**).

Sungai Ciliwung merupakan sungai yang mengalir melewati Kota Bogor berasal dari hulu di Kabupaten Bogor dan bermuara di Kota Jakarta. Pembuangan limbah ke badan sungai, perubahan sempadan sungai menjadi area terbangun, dan pertambahan penduduk di sekitar Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciliwung akan berpengaruh terhadap kualitas air Sungai Ciliwung. penelitian ini yaitu untuk mengetahui perbedaan kualitas air Sungai Ciliwung berdasarkan daerah yang mewakili sumber pencemar dan mengetahui status mutu air Sungai Ciliwung di Kota Bogor menggunakan metode Indeks Pencemaran (IP). Penelitian dilaksanakan menggunakan metode deskriptif dengan tujuan hasil penelitian ini dapat mendeskripsikan suatu kondisi dengan faktual. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Maret – April 2021 bertempat di 3 stasiun dengan jumlah titik sampel sebanyak 6 titik. Pengukuran kualitas air dilakukan secara insitu terdiri atas parameter suhu, arus, pH, dan Dissolved Oxygen (DO). Sedangkan parameter Total Dissolved Solid (TDS), nitrat, total fosfat, Chemical Oxygen Demand (COD), Biological Oxygen Demand (BOD), dan total coliform dilakukan secara exsitu di laboratorium. Data analisis kualitas perairan terdiri atas 10 parameter termasuk parameter fisika, kimia, dan biologi. Hasil penelitian parameter kualitas air didapatkan kisaran nilai suhu sebesar  $23.7 - 26.5^{\circ}\text{C}$ , arus sebesar  $0.21 - 0.43 \text{ m/det}$ , TDS sebesar  $50 - 105 \text{ mg/L}$ , pH sebesar  $6.21 - 8.36$ , DO sebesar  $5.9 - 6.9 \text{ mg/L}$ , nitrat sebesar  $0.888 \text{ mg/L} - 1.427 \text{ mg/L}$ , total fosfat sebesar  $0.130 \text{ mg/L} - 0.265 \text{ mg/L}$ , BOD sebesar  $4.4 - 6.5 \text{ mg/L}$ , COD sebesar  $21.87 \text{ mg/L} - 32.97 \text{ mg/L}$ , total coliform  $120000 \text{ MPN/100 mL} - 9200000 \text{ MPN/100 mL}$ . Pada hasil pengukuran tersebut terdapat beberapa parameter yang telah melebihi batas baku mutu air kelas II berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 seperti parameter total fosfat, BOD, COD, dan total coliform. Pada hasil perhitungan Indeks Pencemaran (IP) di stasiun 1 pada titik 1 mendapatkan hasil 8,18 dan titik 2 sebesar 4,03. Stasiun 2 pada titik 1 mendapatkan hasil sebesar 8,76 dan titik 2 sebesar 12,39. Stasiun 3 pada titik 1 mendapatkan hasil 6,85 dan titik 2 sebesar 6,84. Kesimpulan dari penelitian ini pada stasiun 1 di titik 1 termasuk perairan tercemar sedang sedangkan titik 2 tercemar ringan. Untuk stasiun 2 di titik 1 termasuk perairan tercemar sedang dan titik 2 yang mendapat hasil perhitungan tertinggi termasuk dalam perairan tercemar berat. Sedangkan untuk stasiun 3 pada titik 1 dan titik 2 termasuk dalam kategori perairan tercemar sedang. Sumber pencemar yang berpotensi dalam memberikan pengaruh terhadap penurunan kualitas air Sungai Ciliwung yang paling dominan adalah limbah domestik yang berasal dari limbah rumah tangga.



## SUMMARY

**Naila Marwah Afiefah.** Analysis of Ciliwung River Water Quality in Bogor City Using the Pollution Index Method (under the guidance of **Dr. Ir. Mohammad Mahmudi, MS**).

Ciliwung River is one of the rivers that flow through the city of Bogor from upstream in Bogor Regency and downstream in the city of Jakarta. Disposal of waste into river bodies, changes in river boundaries into built areas, and population growth around the Ciliwung Watershed will affect the water quality of the Ciliwung River. This study aims to determine the difference in the water quality of the Ciliwung river based on the area that represents the source of pollution and determine the status of the water quality of the Ciliwung River in the city of Bogor using the Pollution Index (PI) method. By using the descriptive method, this research aims to describe the truthful condition of the water quality in the Ciliwung River. The time of the study was carried out in March 2021 at 3 (three) stations with a total of 6 (six) sample points. Water quality analysis data consists of 10 (ten) parameters which include physical, chemical, and biological parameters. The results of the research on water quality parameters obtained a range of temperature 23.7 – 26.5°C, current 0.21 – 0.43 m/s, Total Dissolved Solids (TDS) 50 – 105 mg/L, potential of Hydrogen (pH) 6.21 – 8.36, Dissolved Oxygen (DO) 5.9 – 6.9 mg/L, nitrate 0.888 mg/L – 1,427 mg/L, total phosphate 0.130 mg/L – 0.265 mg/L, Biological Oxygen Demand (BOD) 4.4 – 6.5 mg/L, Chemical Oxygen Demand (COD) 21.87 mg/L – 32.97 mg/L, and total coliform 120000 MPN/ 100 mL – 9200000 MPN/100 mL. In the measurement results, several parameters have exceeded the class II water quality standard based on Government Regulations (Peraturan Pemerintah) No. 22 of 2021, such as parameters for total phosphate, BOD, COD, and total coliform. The calculation of the Pollution Index (IP) at station 1 (one) point 1 shows the result of 8.18, while point 2 shows 4.03. Station 2 (two) at point 1 shows a result of 8.76 and point 2 of 12.39. Station 3 at point 1 shows a result of 6.85 and point 2 of 6.84. Hence, the conclusion of this study at station 1 (one) point 1 includes moderately polluted waters while point 2 is lightly polluted. Station 2 (two) at point 1 includes moderately polluted waters, and point 2 gets the highest calculation results classified in heavily polluted waters. Meanwhile, station 3 (three) at point 1 and point 2 are classified into the category of moderately polluted waters. The most dominant pollutant source that has the potential to influence the decline in water quality of the Ciliwung River is domestic waste originating from household waste.



## KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat yang dilimpahkan-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi dengan judul

**“Analisis Kualitas Air Sungai Ciliwung di Kota Bogor Menggunakan Metode**

**Indeks Pencemaran”** sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana

kelautan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya.

Hal penelitian skripsi ini diharapkan dapat menambah wawasan ataupun

gambaran, menjadi pegangan dalam penelitian selanjutnya, sekaligus sebagai

sumber informasi mengenai kualitas air Sungai Ciliwung. Saya menyadari ban-

yak kekurangan dalam penulisan usulan skripsi ini. Oleh karena itu, saya ber-

harap kepada berbagai pihak untuk dapat memberikan masukan yang bersifat

membangun untuk menjadikan laporan skripsi ini lebih baik.

Malang, 3 Juni 2021



Naila Marwah Afiefah  
NIM. 175080107111013

# DAFTAR ISI

Halaman

PERNYATAAN ORISINALITAS ..... iv

IDENTITAS TIM PENGUJI ..... v

UCAPAN TERIMA KASIH ..... vi

RINGKASAN ..... vii

SUMMARY ..... viii

KATA PENGANTAR ..... ix

DAFTAR ISI ..... x

DAFTAR TABEL ..... xii

DAFTAR GAMBAR ..... xiii

DAFTAR LAMPIRAN ..... xiv

BAB I. PENDAHULUAN ..... 1

1.1 Latar Belakang ..... 1

1.2 Perumusan Masalah ..... 3

1.3 Tujuan ..... 3

1.4 Manfaat ..... 4

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA ..... 5

2.1 Sungai Ciliwung ..... 5

2.1.1 Pemanfaatan Sungai Ciliwung ..... 6

2.1.2 Permasalahan Sungai Ciliwung ..... 7

2.2 Pencemaran Air Sungai ..... 8

2.2.1 Sumber Pencemar ..... 8

2.2.2 Penyebab Pencemaran Air ..... 9

2.3 Air Limbah ..... 9

2.3.1 Jenis Limbah ..... 9

2.3.2 Macam Limbah ..... 10

2.4 Dampak Pencemaran Air ..... 12

2.5 Kualitas Air Sungai ..... 13

2.5.1 Parameter Kualitas Air ..... 13

2.6 Baku Mutu Air ..... 19

2.7 *Water Self Purification* ..... 20

2.8 Status Mutu Air ..... 23

x



### **BAB III. METODE PENELITIAN ..... 26**

- 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian ..... 26
- 3.2 Kerangka Umum Penelitian ..... 26
- 3.3 Metode Penelitian ..... 27
- 3.4 Teknik Pengumpulan Data ..... 28
- 3.5 Teknik Pengambilan Sampel ..... 29
- 3.6 Prosedur Penelitian ..... 33
- 3.7 Pengukuran Kualitas Air ..... 34
- 3.8 Analisis Data ..... 40

### **BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN ..... 43**

- 4.1 Kondisi Umum Lokasi Penelitian ..... 43
- 4.2 Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Air Sungai Ciliwung ..... 53
- 4.3 Analisis Tingkat Pencemaran ..... 74

### **BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN ..... 81**

- 5.1 Kesimpulan ..... 81
- 5.2 Saran ..... 82

### **DAFTAR PUSTAKA ..... 83**

### **LAMPIRAN ..... 89**



## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Penentuan Skor untuk Menentukan Status Mutu Air Metode STORET .....	23
2. Data Jarak per Stasiun Sungai Ciliwung .....	30
3. Potensi Sumber Pencemar Sungai Ciliwung .....	31
4. Klasifikasi Indeks Pencemaran .....	42
5. Hasil Perhitungan Indeks Pencemaran (IP) Stasiun 1 .....	75
6. Hasil Perhitungan Indeks Pencemaran (IP) Stasiun 2 .....	77
7. Hasil Perhitungan Indeks Pencemaran (IP) Titik 1 Stasiun 1 .....	94
8. Hasil Perhitungan Indeks Pencemaran (IP) Titik 2 Stasiun 1 .....	94
9. Hasil Perhitungan Indeks Pencemaran (IP) Titik 1 Stasiun 2 .....	95
10. Hasil Perhitungan Indeks Pencemaran (IP) Titik 2 Stasiun 2 .....	95
11. Hasil Perhitungan Indeks Pencemaran (IP) Titik 1 Stasiun 3 .....	96
12. Hasil Perhitungan Indeks Pencemaran (IP) Titik 2 Stasiun 3 .....	96
13. Dokumentasi Pengambilan Air Sampel .....	104
14. Dokumentasi Pengukuran Kualitas Air .....	105





## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Skema Prosedur Penelitian .....	27
2. Peta Titik Pengambilan Sampel.....	30
3. Jarak Antar Titik Pengambilan Sampel Stasiun 1 .....	44
4. Kondisi Lokasi Stasiun 1 Titik Sampel 1 .....	45
5. Kondisi Lokasi Stasiun 1 Titik Sampel 2 .....	46
6. Jarak Antar Titik Pengambilan Sampel Stasiun 2 .....	47
7. Kondisi Lokasi Stasiun 2 Titik Sampel 1 .....	48
8. Kondisi Lokasi Stasiun 2 Titik Sampel 2 .....	49
9. Jarak Antar Titik Pengambilan Sampel Stasiun 3 .....	50
10. Kondisi Lokasi Stasiun 3 Titik Sampel 1 .....	51
11. Kondisi Lokasi Stasiun 3 Titik Sampel 2 .....	52
12. Grafik Pengukuran Suhu .....	53
13. Grafik Pengukuran Arus .....	55
14. Grafik Pengukuran <i>Total Dissolved Solid</i> .....	57
15. Grafik Pengukuran pH .....	59
16. Grafik Pengukuran Dissolved Oxygen .....	61
17. Grafik Pengukuran Nitrat .....	64
18. Grafik Pengukuran Total Fosfat.....	66
19. Grafik Pengukuran BOD .....	68
20. Grafik Pengukuran COD.....	70
21. Grafik Pengukuran Total Coliform .....	72

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Alat dan Bahan.....	89
2. Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Air.....	90
3. Contoh Perhitungan IP di Stasiun 1 (Titik 1).....	91
4. Tabel Perhitungan Indeks Pencemaran (IP).....	94
5. Lokasi Pengambilan Sampel.....	97
6. Dokumentasi.....	104





## BAB I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Air merupakan salah satu unsur penting yang dibutuhkan oleh seluruh makhluk hidup di bumi. Sebagian besar sumber air berasal dari curah hujan yang meresap ke dalam tanah, mengalir pada permukaan tanah lalu menguap menjadi hujan dan kembali menuju daratan. Air di permukaan bumi dibedakan menjadi perairan darat dan laut. Berkaitan dengan perairan darat khususnya sungai, Kota Bogor dialiri oleh berbagai jenis sungai seperti Ciliwung, Cisadane, dan Angke. Sungai Ciliwung merupakan salah satu sungai yang terdapat di Indonesia dengan hulu sungai berada di perbatasan Kabupaten Bogor dan Kabupaten Cianjur yang kemudian sungai mengalir menuju hilir di Kota Jakarta. Sungai Ciliwung mengalir melalui empat wilayah, yaitu Kabupaten Bogor, Kota Bogor, Kota Depok, dan Kota Jakarta. Sungai Ciliwung di Kota Bogor mengalir sepanjang 21,5 km melalui tiga kecamatan, yaitu Kecamatan Bogor Timur, Kecamatan Bogor Tengah, dan Kecamatan Bogor Utara.

Masyarakat di Kota Bogor memanfaatkan Sungai Ciliwung sebagai salah satu sumber untuk menunjang kebutuhan hidup, selain itu Sungai Ciliwung juga di manfaatkan sebagai tempat pembuangan limbah domestik, industri, pertanian maupun peternakan. Masuknya bahan pencemar ke dalam badan sungai akan menyebabkan terjadinya pencemaran perairan. Terjadinya pencemaran disebabkan oleh berbagai aktivitas manusia dan dapat disebabkan oleh alam. Pencemaran oleh aktivitas manusia berasal dari berbagai jenis limbah yang masuk ke dalam perairan akan mempengaruhi kualitas air sungai. Berbagai jenis limbah seperti limbah rumah tangga, limbah pertanian dan limbah industri menghasilkan bahan-bahan yang dapat mengakibatkan menurunnya kondisi kualitas air sungai.



Pencemaran yang terjadi di Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciliwung bersumber dari limbah domestik/rumah tangga, limbah dari kegiatan peternakan dan pertanian serta limbah buangan dari industri kecil. Selain itu, pertambahan jumlah penduduk dan meningkatnya aktivitas masyarakat juga dapat menjadi penyebab terjadinya kerusakan lingkungan sekitar sungai (Sutamihardja, *et al.* 2018). Sepanjang sempadan aliran Sungai Ciliwung di Kota Bogor telah mengalami perubahan lahan menjadi area terbangun, seperti pemukiman masyarakat yang padat. Dampak dari aliran sungai yang dekat dengan pemukiman masyarakat dan tingginya aktivitas masyarakat di sekitar sungai terjadi pencemaran. Penyebab terjadinya pencemaran Sungai Ciliwung didominasi oleh limbah domestik yang berasal dari rumah tangga. Salah satu bahan pencemar dari limbah rumah tangga yang mempengaruhi terhadap penurunan kualitas air sungai adalah *total coliform*. Jumlah total coliform di perairan dapat digunakan sebagai indikator adanya polusi kotoran. Total coliform terdiri atas sekelompok bakteri yang terbagi menjadi dua golongan yaitu coliform fekal dan coliform non fekal. Jenis bakteri fekal berupa *E. coli* yang berasal dari feses manusia termasuk bakteri yang mendominasi terjadinya pencemaran. Selain itu, total coliform bersifat toksigenik sehingga keberadaan total coliform pada tubuh makhluk hidup dapat berbahaya bagi kesehatan seperti menyebabkan diare.

Suatu perairan telah terjadi perubahan atau tidak dapat diketahui dengan melakukan pengujian kualitas air. Uji kualitas air juga dapat dijadikan sebagai monitoring untuk mengetahui apakah terjadi perubahan kualitas air sungai pada waktu tertentu (Ali *et al.*, 2013). Pengujian kualitas air dapat dilakukan menggunakan parameter kualitas air yang terdiri atas parameter fisika, kimia, dan biologi. Hasil dari pengujian kualitas air dapat menentukan status mutu air pada perairan. Status mutu air merupakan suatu tingkatan kondisi mutu air yang



menunjukkan kondisi baik atau kondisi cemar suatu perairan dengan membandingkan dengan baku mutu air yang ditetapkan. Berdasarkan KEPMEN LH No. 115 Tahun 2003 salah satunya dapat menggunakan metode Indeks Pencemaran (IP). Metode ini menentukan status mutu perairan dengan menghitung nilai pencemaran terhadap parameter kualitas air yang diizinkan. Penggunaan metode ini memiliki kelebihan dapat digunakan dengan satu kali data sampling sehingga hanya dapat menentukan kondisi perairan yang terjadi saat itu. Hasil perhitungan akan menilai kondisi kualitas air serta untuk suatu peruntukkan agar melakukan tindakan memperbaiki kondisi perairan akibat masuknya bahan pencemar.

## 1.2 Perumusan Masalah

1. Bagaimana perbedaan kualitas air Sungai Ciliwung pada daerah yang mewakili sumber pencemar berdasarkan parameter fisika, kimia, dan biologi?
2. Bagaimana status mutu air Sungai Ciliwung di Kota Bogor berdasarkan metode Indeks Pencemaran?

## 1.3 Tujuan

1. Menganalisis perbedaan kualitas air Sungai Ciliwung pada daerah yang mewakili sumber pencemar berdasarkan parameter fisika, kimia, dan biologi
2. Menganalisis status mutu air Sungai Ciliwung di Kota Bogor menggunakan metode Indeks Pencemaran

#### 1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat mengetahui kualitas dan status mutu air dari setiap daerah yang mewakili sumber pencemar, yang dapat digunakan sebagai bentuk rekomendasi terhadap pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciliwung di Kota Bogor khususnya pada daerah yang menjadi titik sumber pencemar sehingga dapat dilakukan tindakan pengurangan bahan-bahan pencemar. Selain itu, dapat dijadikan sebagai bentuk untuk meningkatkan kesadaran masyarakat sekitar untuk mulai mencintai dan menjaga Sungai Ciliwung agar tetap lestari.





## BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Sungai Ciliwung

Sungai merupakan suatu perairan yang mengalir dari hulu menuju hilir, dibatasi oleh garis sempadan dan terbagi atas berbagai bagian. Bagian hulu memiliki arus yang deras, daya erosi besar dan arah erosinya vertikal. Bagian tengah memiliki arus yang tidak deras, daya erosi sedang dan arah erosinya ke bagian dasar serta vertikal dan horizontal. Bagian hilir memiliki arus tenang, daya erosi kecil serta banyak terjadi pengendapan. Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu kawasan yang terdiri atas berbagai unsur seperti tanah, vegetasi, air serta makhluk hidup yang ada di dalamnya.

Sungai Ciliwung memiliki panjang aliran  $\pm 117$  km dengan melingkupi luas area  $\pm 257.000$  Ha. Sungai Ciliwung melintasi berbagai wilayah yaitu Kota Bogor dan Kabupaten Bogor, Depok serta DKI Jakarta. Wilayah hulu Sungai Ciliwung terdapat di dataran tinggi perbatasan antara Kabupaten Bogor dengan Kabupaten Cianjur lebih tepatnya berada di Gunung Gede dan Gunung Pangrango dengan titik 0 km berada di Telaga Saat. Aliran Sungai Ciliwung mengalir ke arah utara bagian barat Jalan Raya Jakarta – Bogor, sisi timur Kota Depok, dan bermuara di Teluk Jakarta.

Laporan *Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah* (DLH Kota Bogor, 2017) mengatakan Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciliwung di Kota Bogor secara astronomis terletak pada  $65^{\circ}6''$  LS dan  $10^{\circ}40''$  107" BT. Aliran Sungai Ciliwung mengalir dari Kecamatan Bogor Timur ke arah utara melintasi Kecamatan Bogor Tengah dan Bogor Utara sepanjang 21,50 km. Sungai Ciliwung memiliki rata-rata debit tahunan sekitar 76 m<sup>3</sup> /detik. Telah terjadi perubahan pemanfaatan lahan di sepanjang DAS Ciliwung di Kota Bogor.



Awalnya sempadan sungai merupakan lahan ruang terbuka hijau, kemudian mengalami alih fungsi menjadi area terbangun untuk pemukiman, pertokoan, perkantoran dan wilayah industri. Akibat dari terjadinya perubahan lahan keadaan bantaran sungai di beberapa lokasi DAS Ciliwung menjadi menyempit karena semakin banyak bangunan yang berdiri mendekati ke aliran sungai.

### 2.1.1 Pemanfaatan Sungai Ciliwung

Peruntukan Sungai Ciliwung berdasarkan klasifikasi mutu air kelas II dapat diperuntukkan sebagai prasarana/sarana rekreasi air, peternakan, budidaya ikan air tawar, sumber air untuk irigasi serta peruntukkan lainnya. Saat ini Sungai Ciliwung dimanfaatkan oleh masyarakat Kota Bogor sebagai salah satu kebutuhan hidup, seperti sumber air untuk mencuci dan mandi. Akan tetapi bagi beberapa masyarakat yang tinggal di bantaran sungai pemanfaatannya disalahgunakan sebagai tempat pembuangan sampah, pembuangan air sabun mencuci dan mandi, serta dijadikan tempat pembuangan feses.

Pemanfaatan air Sungai Ciliwung oleh pemerintah setempat digunakan sebagai bahan baku air untuk PDAM. Hal ini sejalan berdasarkan penelitian Sutrisno dan Susilo (2020), dimana menurunnya kegiatan produksi dan meningkatnya jumlah penduduk di Kota Bogor mengakibatkan PDAM Tirta Pakuan masih kurang mampu untuk memenuhi kebutuhan air masyarakat Kota Bogor. Berdasarkan kondisi tersebut dibutuhkan sumber air alternatif salah satunya memanfaatkan Sungai Ciliwung yang mengalir tengah kota. Dahulu masyarakat memanfaatkan Sungai Ciliwung untuk kebutuhan irigasi, tetapi karena terjadinya perubahan penggunaan lahan pertanian menjadi area terbangun mengakibatkan Sungai Ciliwung jarang dimanfaatkan untuk irigasi. Kota Bogor memiliki curah hujan yang mengalami peningkatan pada setiap tahun dan menyebabkan debit



air juga mengalami peningkatan. Peningkatan debit air dapat dimanfaatkan untuk digunakan sebagai salah satu sumber air baku PDAM.

### 2.1.2 Permasalahan Sungai Ciliwung

Sungai Ciliwung merupakan salah satu sungai yang terdapat di Indonesia tergolong dalam kondisi tercemar. Permasalahan pertambahan penduduk, sampah, pembuangan limbah, tidak ada resapan air serta perubahan lahan menjadi penyebab yang menyebabkan penurunan kualitas air dan ekosistem Sungai Ciliwung. Ruang terbuka hijau di sepanjang DAS Ciliwung di Kota Bogor beralih fungsi menjadi area terbangun. Hal tersebut menyebabkan semakin tingginya laju permukaan aliran sungai dan laju erosi tanah.

Pembuangan limbah juga merupakan masalah yang cukup serius bagi pencemaran sungai Ciliwung. Sumber penghasil limbah yang berpotensi mencemari Sungai Ciliwung berasal dari limbah industri kecil. Penggiat industri ini tidak memiliki izin sehingga memudahkan untuk membuang limbah langsung ke sungai maupun anak Sungai Ciliwung. Dampak dari pembuangan limbah industri kecil ini selain menyebabkan pencemaran, dapat menimbulkan bau dan sumber penyakit (Priyono, 2011)

Sampah yang berasal dari limbah domestik merupakan bahan pencemar yang paling mendominasi di perairan Sungai Ciliwung. Menumpuknya sampah di perairan dapat mengakibatkan terjadinya penurunan kualitas air sungai dan dampak yang paling nyata di rasakan oleh masyarakat akibat terjadinya penumpukan sampah adalah terjadinya banjir. Berdasarkan kegiatan aksi bersih Sungai Ciliwung yang dilaksanakan oleh relawan, sampah yang di kumpulkan dapat mencapai ratusan kilogram. Berdasarkan penelitian Firdaus, *et al.* (2020), melaporkan sebanyak 5.652 rumah warga sepanjang aliran Sungai Ciliwung di Kota Bogor diduga membuang sampah ke sungai berdasarkan data dari Satuan



Petugas (Satgas) Naturalisasi Ciliwung. Dalam persebaran sampah yang terdapat di sepanjang aliran sungai ini di dominasi oleh sampah plastik.

## 2.2 Pencemaran Air Sungai

Pencemaran merupakan masuknya bahan asing yang dapat menyebabkan berbagai macam kerugian. Berdasarkan SK Menteri KLH No. 02/MENKLH/1988 pencemaran merupakan dimasukkannya atau masuknya suatu makhluk hidup, energi, dan komponen lain ke dalam suatu perairan maupun udara, serta terjadinya perubahan komposisi air udara karena aktivitas manusia dan proses alam yang menyebabkan kualitas air berkurang dan tidak berfungsi sesuai peruntukannya. Pencemaran disebabkan oleh berbagai aktivitas manusia dan dapat pula disebabkan oleh alam. Pencemaran air yang dapat menyebabkan menurunnya kualitas air khususnya air sungai berasal dari berbagai jenis limbah seperti limbah pertanian, limbah peternakan, limbah rumah tangga dan limbah industri.

### 2.2.1 Sumber Pencemar

Sumber pencemar dapat dibedakan berdasarkan dua kategori, yaitu pencemaran *point source* dan *non-point source*. Pencemaran tidak bergerak/titik tetap (*point source*) merupakan sumber pencemar dari identifikasi secara tunggal, mudah untuk diidentifikasi, dikontrol dan dilakukan pengukuran. Sumber pencemar dari *point source* ini antara lain berasal dari pengolahan limbah dan pabrik-pabrik industri yang langsung membuang polutan ke badan air. Pencemaran tidak langsung (*non-point source*) merupakan sumber pencemar yang lebih sulit untuk diidentifikasi karena bukan merupakan titik langsung pembuangan limbah ke perairan melainkan hasil dari limpasan arus. Sumber pencemar dari *non-point source* antara lain berasal dari limpasan limbah peternakan dan pertanian, sampah, dan bahan kimia lainnya.



### 2.2.2 Penyebab Pencemaran Air

Pencemaran perairan dapat terjadi jika terdapat perubahan keadaan di suatu perairan menjadi cemar dan tidak sesuai dengan baku mutu peruntukannya. Penyebab pencemaran terbagi menjadi dua, yaitu fenomena alam dan akibat aktivitas manusia. Untuk pencemaran air sungai oleh fenomena alam, dapat disebabkan oleh terjadinya gunung meletus, gempa bumi dan longsor. Sedangkan pencemaran oleh aktivitas manusia dapat disebabkan antara lain akibat masuknya limbah dari industri, pertanian, peternakan, medis, pertambangan dan domestik.

Sumber pencemaran air sungai dapat disebabkan oleh buangan limbah industri yang menyebabkan pencemaran kualitas air sungai berupa menurunnya kadar oksigen terlarut dalam badan air, meningkatnya kadar pH, kekeruhan, dan warna air, serta toksinitas yang semakin meninggi. Selain itu masuknya limbah rumah tangga berupa sampah, tinja, sisa minyak, dan buangan deterjen ke dalam sungai merupakan penyebab paling tinggi yang menyebabkan terjadinya pencemaran air sungai (Susmarkanto, 2012).

### 2.3 Air Limbah

Limbah merupakan sisa atau buangan dari suatu produksi usaha dan/atau kegiatan. Limbah dapat berupa hasil buangan dapat berasal dari industri, rumah tangga, dan rumah sakit. Limbah terbagi dalam bentuk cair, padat, serta gas dan dapat menyebabkan gangguan bagi lingkungan, kehidupan biotik, kesehatan dan keindahan.

#### 2.3.1 Jenis Limbah

Berdasarkan penelitian Khairunnisa dan Arumsari (2016), mengatakan bahwa berdasarkan wujud dari limbah yang dihasilkan, limbah terbagi menjadi limbah cair, limbah padat dan limbah gas.

#### a. Limbah Cair

Limbah cair merupakan material sisa yang tidak diinginkan dari suatu proses/kegiatan dalam bentuk cairan. Limbah cair terlarut dalam air sehingga selalu bergerak mengikuti arus. Contoh limbah cair seperti sisa air bekas mencuci, air tinja, limbah cair hasil buangan industri, dan air bekas pencelupan warna pada kegiatan industri.

#### b. Limbah Padat

Limbah padat merupakan material sisa yang tidak diinginkan dari suatu kegiatan dalam bentuk padatan. Jenis limbah padat berwujud kering dan tidak dapat berpindah kecuali terdapat faktor yang menggerakannya. Contoh limbah padat seperti plastik, *styrofoam*, sisa makanan, kertas, kaca, dan sebagainya.

#### c. Limbah Gas

Limbah padat merupakan material sisa yang tidak diinginkan dari suatu proses/kegiatan dalam wujud gas. Limbah gas berbentuk sebagai asap, yang selalu bergerak dan penyebarannya luas. Contoh dari limbah gas adalah gas buangan kendaraan dan asap pabrik.

### 2.3.2 Macam Limbah

Macam-macam limbah berdasarkan sumbernya terbagi atas :

#### a. Limbah Industri

Industri selain menghasilkan produk dapat menghasilkan hasil sisa proses produksi yang berbahaya dan beracun. Hasil buangan yang berkonsentrasi tinggi dapat menyebabkan kontaminasi bakteriologis dan terjadi eutrofikasi.

Limbah yang dihasilkan dari proses industri dapat berupa logam berat. Beberapa logam berat serta senyawa beracun yang sering ditemukan dalam air limbah industri yaitu Cr, Cu, Cd, Ag, Fe, Mn, Pb, Zn dan senyawa cianida. Jenis industri yang banyak mengandung logam berat pada limbah yang dibuang adalah industri permesinan, pertambangan, pelapisan logam, kulit dan cat. Limbah yang terkan-



dung logam berat di dalamnya dapat berakibat buruk bagi kehidupan makhluk hidup di perairan. Air limbah yang mengandung logam berat masuk kedalam kategori limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) (Said, 2018).

#### **b. Limbah Pertanian**

Hasil sisa dari proses produksi pertanian berupa limbah pertanian. Limbah pertanian menjadi masalah akibat penggunaan pupuk organik ataupun anorganik, termasuk pestisida yang nantinya masuk ke dalam perairan. Pencemaran perairan yang diakibatkan oleh pestisida persisten (Aldrin, DEDRIN, DDT) yang terakumulasi mengalami *biology magnification* yang berupa penumpukan senyawa kimia pada konsumen tingkat akhir. Penggunaan peptisida juga akan berdampak pada kerusakan keseimbangan ekosistem (Adriyani, 2016).

#### **c. Limbah Peternakan**

Limbah yang dihasilkan dari usaha peternakan terbagi menjadi limbah cair, dan gas. Limbah peternakan dalam bentuk padat yang dihasilkan berupa feses, sisa pakan, kulit, tulang, lemak dan yang lainnya. Limbah cair yang dihasilkan berupa urine dan sisa air untuk membersihkan kandang, sedangkan untuk limbah gas yang dihasilkan berupa ammonia, sulfur, metan, karbon dioksida dan  $H_2S$ . Limbah peternakan berupa feses dan urine dapat diolah menjadi biogas dan pupuk, akan tetapi jika tidak dilakukan penanganan limbah seluruhnya akan mengakibatkan pencemaran lingkungan, termasuk pencemaran perairan. (Triatmojo et al., 2016).

#### d. Limbah Perikanan

Proses pengolahan produk perikanan menghasilkan hasil sisa yang biasa ditemukan berupa darah, tulang, sisik, kepala ikan dan kulit. Bahan organik yang terlarut dan tersuspensi pada limbah cair proses pengolahan perikanan sangat tinggi. Selain itu, limbah menimbulkan bau busuk akibat minyak dan lemak yang dihasilkan dari limbah dan di buang ke perairan dapat menghambat proses biologis di dalam air dan menghasilkan gas yang berbau (Oktavia *et al.*, 2012)

#### e. Limbah Domestik

Limbah domestik merupakan hasil sisa dari aktivitas rumah tangga atau pemukiman, daerah rekreasi, dan perdagangan. Berdasarkan kegiatannya, limbah industri terbagi atas limbah cair yang berasal dari tempat pencucian dan limbah cair *water closet* (WC) meliputi air seni dan tinja. Limbah cair domestik mengandung 99,9% air dan 0,1% zat padat (Zahidah dan Shovitri, 2013).

Kegiatan rumah tangga menyisakan limbah sampah. Sampah yang menumpuk dan tidak terangkut akan terbawa oleh air hujan lalu memasuki sungai yang mengakibatkan pencemaran sungai. Meningkatnya sampah domestik bersamaan pertambahan penduduk dan kurangnya tempat pembuangan sampah menyebabkan sampah seringkali dibuang langsung ke sungai oleh masyarakat. Dampak yang dihasilkan adalah menurunnya kualitas lingkungan, keindahan estetika dan menimbulkan penyakit. (Maulana dan Syiddatul, 2016).

### 2.4 Dampak Pencemaran Air

Kerusakan lingkungan khususnya perairan akibat masuknya limbah yang dikeluarkan langsung ke badan sungai. Hal tersebut akan berdampak pada ekosistem yang terdapat di perairan. Kandungan berbahaya yang terdapat dalam limbah yang secara terus menerus masuk ke dalam badan perairan akan berbahaya bagi kelangsungan hidup ekosistem. Limbah yang dihasilkan ke dalam



perairan dalam bentuk polutan organik (berbau busuk) dan polutan anorganik (berbau dan berwarna) (Adack, 2013).

Tingginya bahan organik yang masuk ke dalam perairan dapat menyebabkan meningkatnya kesuburan perairan dan menstimulir terjadinya peledakan populasi fitoplankton serta mikroorganisme patogen. Pembuangan limbah yang bahan organik dapat meningkatkan sedimentasi, perubahan produktivitas perairan, hipernutrifikasi, dan perubahan struktur komunitas bentik (Prianto dan Husnah, 2017).

## **2.5 Kualitas Air Sungai**

Kualitas air menggambarkan kesesuaian air yang dikhususkan untuk keperluan tertentu. Kualitas air sungai dipengaruhi oleh tingkat pencemaran perairan dalam waktu tertentu. Tingginya pencemaran di suatu perairan menunjukkan semakin rendahnya kualitas air tersebut. Kualitas air sungai adalah suatu kondisi kualitatif yang ditentukan berdasarkan parameter tertentu dan dengan menggunakan metode yang sesuai peraturan. Parameter-parameter kualitas air tersebut terdiri atas parameter fisika, kimia dan biologi.

### **2.5.1 Parameter Kualitas Air**

Parameter-parameter yang digunakan untuk mengukur kualitas air meliputi sifat perairan secara fisik, kimia, dan biologi.

#### **2.5.1.1 Parameter Fisika**

##### **a. Suhu**

Suhu termasuk dalam parameter yang cukup berpengaruh untuk kehidupan berbagai organisme di perairan. Suhu merupakan parameter yang mudah diteliti serta mudah ditentukannya. Aktivitas dari metabolisme dan penyebaran berbagai makhluk hidup di perairan dipengaruhi oleh suhu. Suhu perairan merupakan faktor pembatas dari proses produksi yang terjadi di dalam perairan.

Tingginya nilai suhu dapat mengakibatkan kerusakan jaringan tubuh fitoplankton, sehingga dapat mengganggu proses fotosintesis. Serta dapat memperlambat pembuatan ikatan bahan organik kompleks dari bahan organik sederhana, selain itu suhu yang tinggi akan mengganggu kestabilan perairan. Nilai suhu di perairan yang berkisar antara 26 - 30°C menjadi faktor pendorong aktivitas mikroorganisme dalam melakukan perombakan bahan organik (Yuningsih *et al.*, 2014).

#### **b. Total Dissolved Solid (TDS)**

Total Dissolved Solid merupakan suatu partikel terlarut terdapat dalam air.

Dalam parameter fisik standar baku mutu air salah satu data yang termasuk di antaranya adalah data jumlah zat padat terlarut *Total Dissolved Solid* atau biasa disebut TDS. Konsentrasi TDS dalam perairan berasal dari pelapukan batuan, pengaruh aktivitas antropogenik dan limpasan dari tanah. Konsentrasi TDS di perairan alami tidak bersifat toksik, tetapi konsentrasi TDS yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya peningkatan kekeruhan sehingga dapat menghambat cahaya matahari yang akan masuk ke kolom air. Dampaknya akan mempengaruhi proses fotosintesis di perairan (Suryono dan Badjoeri, 2013).

#### **c. Kecepatan Arus**

Arus terjadi akibat adanya proses pergerakan massa air menuju kesetimbangan sehingga menyebabkan massa air secara vertical dan horizontal. Gerak arus terjadi akibat hasil dari resultan dari gaya yang bekerja di permukaan, kolom, dasar perairan. Pergerakan tersebut terjadi akibat adanya beberapa gaya dan faktor yang mempengaruhinya (Suharyono dan Adrianto, 2018). Kecepatan arus perlu diperhatikan karena arus termasuk faktor pembatas terhadap keberadaan organisme dalam perairan. Kecepatan arus sungai dapat dipengaruhi oleh faktor lebar sungai, gravitasi, serta material yang terbawa oleh



air. Hal tersebut dapat menyebabkan arus sungai di hulu lebih besar dibanding-  
kan di hilir (Siahaan *et al.*, 2011)

### 2.5.1.2 Parameter Kimia

#### a. *potential of Hydrogen* (pH)

Logaritma negative yang terdapat dari terlepasnya konsentrasi ion hidrogen di perairan merupakan pengertian dari derajat keasaman (pH). pH termasuk dalam parameter kimia yang berfungsi sebagai indikator di dalam perairan yang dapat menentukan kualitas suatu perairan. Nilai pH yang bervariasi sangat berpengaruh terhadap suatu biota yang hidup di perairan. Dominasi fitoplankton di perairan yang memiliki nilai pH yang tinggi akan sangat mempengaruhi terhadap tingkat produktivitas primer dalam perairan dimana kehadiran fitoplankton didukung dengan tersedianya nutrient. Kisaran nilai pH yang ideal di perairan adalah 7 – 8,5. Perairan yang asam ataupun basa dapat membahayakan kehidupan organisme karena dapat mengganggu proses respirasi dan metabolisme. Nilai pH yang rendah di suatu perairan dapat dipengaruhi faktor seperti fotosintesis dan suhu perairan (Hamuna *et al.*, 2018).

#### b. Nitrat

Suatu bentuk senyawa nitrogen yang tidak bersifat toksik pada organisme di perairan. Nitrat berasal dari amonia yang masuk ke sungai yang salah satu sumbernya dari limbah domestik. Konsentrasi nitrat di perairan dapat semakin rendah apabila titik pembuangan limbah yang mengandung senyawa nitrat jauh dari aliran sungai. Hal ini dikarenakan terdapat aktivitas mikroorganisme di perairan oleh bakteri *nitrosomonas*. Bakteri *nitrosomonas* akan mengoksidasi amonia menjadi nitrit dan bakteri *nitrobacter* akan mengubahnya menjadi nitrat. Keberadaan nitrat di suatu perairan dapat menjadi suatu indikator kesuburan perairan tersebut. Indikator tersebut dilihat dari pertumbuhan fitoplankton di dalam air yang berfungsi menjadi sumber pakan alami ikan. Selain itu, nitrat dapat



berfungsi sebagai sumber nitrogen bagi tumbuhan yang kemudian dikonversi menjadi protein. Nitrat di perairan jika kadarnya melebihi 0,2 mg/L dapat terjadi pengayaan perairan yang menyebabkan terjadinya pertumbuhan alga dan tumbuhan air (Kusumaningtyas, 2016).

### c. Total Fosfat

Fosfat termasuk unsur esensial untuk bahan nutrisi bagi organisme perairan. Total fosfat terdiri atas senyawa fosfat organik dan anorganik yang terlarut dan tidak terlarut. Fosfat berguna sebagai unsur hara yang dibutuhkan saat pertukaran energi dari organisme dalam jumlah sedikit (mikronutrien). Tingginya kadar fosfat di perairan menyebabkan terjadi eutrofikasi di perairan sehingga mengakibatkan menurunnya kadar oksigen terlarut, dan pada kondisi aerob ini akan menghasilkan senyawa bersifat toksik seperti nitrit, metana, dan belerang. Konsentrasi fosfat rendah dapat terjadi karena pemanfaatan senyawa fosfor oleh mikroorganisme perairan untuk metabolisme ataupun diserap oleh tanaman air. Terdapatnya fosfor di dalam sedimen berasal dari endapan yang mengalami erosi dan buangan pupuk pertanian yang terbawa aliran sungai. Selain itu fosfat dapat bersumber dari ekskresi organisme serta hasil autolisis organisme mati (Amelia *et al.*, 2014).

### d. Oksigen Terlarut

Oksigen terlarut atau *dissolved oxygen* (DO) merupakan jumlah total oksigen terlarut di dalam perairan. Oksigen terlarut dibutuhkan oleh makhluk hidup di perairan untuk bernapas dan metabolisme. Selain itu, DO juga dibutuhkan untuk proses oksidasi bahan organik dan anorganik dalam kondisi aerobik. Menurunnya kadar oksigen sejalan dengan meningkatnya limbah organik di perairan. Nilai DO yang mengalami penurunan akan menunjukkan semakin tingginya pencemaran, hal ini disebabkan karena oksigen akan semakin banyak dibutuhkan mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik di perairan



(Gemilang dan Kusumah, 2017). Sumber oksigen terlarut di perairan bersumber dari hasil fotosintesis organisme dan difusi udara. Organisme yang menjadi sumber utama penyedia oksigen terlarut di perairan adalah fitoplankton. Rendahnya kadar oksigen terlarut dalam perairan akan berakibat terhadap terganggunya ekosistem perairan dan berkurangnya populasi biota (Patty dan Akbar, 2019).

#### **e. Biological Oxygen Demand (BOD)**

Kebutuhan oksigen biologi (*Biological Oxygen Demand*) memiliki fungsi untuk mengetahui kondisi kualitas suatu perairan. Semakin tinggi nilai BOD di suatu perairan berbanding lurus dengan meningkatnya bahan organik yang masuk. Jika nilai BOD tinggi maka kandungan oksigen terlarut di perairan akan menurun sehingga dapat menyebabkan kematian pada organisme perairan akibat kekurangan oksigen. Oksigen diperlukan mikroorganisme untuk memecah bahan organik dalam kondisi aerobik. Saat terjadinya proses dekomposisi bahan organik menandakan mikroorganisme mendapat energi hasil proses oksidasi yang kemudian mengurai bahan organik di perairan. Diketuinya nilai BOD di suatu perairan dapat berguna untuk mengidikasi jumlah beban pencemaran di perairan yang diakibatkan oleh air buangan dari masyarakat sekitar dan industri (Daroini dan Arisandi, 2020).

#### **f. Chemical Oxygen Demand (COD)**

Kebutuhan oksigen kimia atau *Chemical Oxygen Demand* (COD) merupakan jumlah total oksigen yang dibutuhkan mikroorganisme untuk mengurai bahan organik secara kimiawi. Jika suatu perairan memiliki nilai COD melebihi ambang baku mutu sesuai peruntukan yang dituju maka menandakan telah terjadi pencemaran bahan organik di perairan (Widayanti, et al. 2012). Perairan mengandung banyak bahan organik yang sulit terurai biasanya memiliki nilai COD lebih tinggi daripada nilai BOD. Hal ini disebabkan karena senyawa lebih banyak dioksidasi secara kimia dibandingkan secara biologi.

### 2.5.1.3 Parameter Biologi

#### a. Total Coliform

Coliform merupakan jenis bakteri gram negatif memiliki bentuk batang dan bersifat anaerob maupun fakultatif anaerob. Coliform tidak membentuk spora serta mampu memfermentasi laktosa dan menghasilkan asam dengan membentuk gas dengan suhu 35°C-37°C. Berdasarkan sifatnya coliform terbagi menjadi dua yaitu coliform fekal dan coliform non fekal. Contoh dari coliform fekal yaitu seperti bakteri *Escherichia coli* yang berasal dari kotoran manusia serta contoh dari coliform non fekal adalah *Aerobacter* dan *Klebsiella* yang berasal dari hewan dan tanaman yang sudah mati (Dhafin, 2017).

*Coliform* biasa digunakan untuk indikator perairan karena keberadaan bakteri ini sebagai penanda untuk mengetahui suatu perairan telah terkontaminasi oleh bakteri patogen. Bakteri coliform dapat menghasilkan bermacam racun seperti skatol dan indol yang menyebabkan penyakit jika terdapat di tubuh dalam jumlah yang banyak. Bakteri coliform digunakan sebagai indikator penentuan kualitas perairan karena keberadaannya sejalan dengan tingkat pencemaran perairan (Adrianto, 2018).



## 2.6 Baku Mutu Air

Mutu air merupakan suatu keadaan dimana suatu perairan dilakukan pengukuran atau pengujian berdasarkan parameter tertentu sesuai peraturan yang berlaku. Klasifikasi mutu air berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021 ditetapkan menjadi empat kelas, yaitu:

- a. Kelas satu : air diperuntukkan sebagai air minum dan peruntukan lainnya tetapi memiliki syarat mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- b. Kelas dua : air diperuntukkan sebagai prasarana/sarana rekreasi air, peternakan, budidaya ikan air tawar, mengairi pertanian, peternakan serta peruntukkan lain yang memiliki syarat mutu air sama dengan kegunaan tersebut.
- c. Kelas tiga : air diperuntukkan sebagai pengairan tanaman, budidaya ikan air tawar, peternakan serta fungsi lain yang memiliki syarat mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- d. Kelas empat : air diperuntukkan untuk mengairi pertanian serta peruntukkan lain yang memiliki syarat mutu air sama dengan kegunaan tersebut.

## 2.7 Water Self Purification

Kemampuan pulih perairan (water self purification) adalah kemampuan alamiah suatu perairan untuk mengurangi atau menghilangkan polutan serta limbah atau kotoran yang masuk ke badan perairan secara alami tanpa bantuan dari aktivitas manusia.

Faktor yang mempengaruhi kemampuan sungai dalam *self purification* dapat berupa:

### a. Suhu

Aktivitas pemurnian ini akan meningkat beriringan dengan meningkatnya suhu. Proses pemurnian sungai berhubungan dengan oksidasi bahan organik oleh organisme aerobik. Penurunnya kadar oksigen terlarut di perairan dikenal dengan deoksigenisasi. Kadar deoksigenisasi dipengaruhi oleh jumlah sisa bahan organik yang teroksidasi sesuai dengan suhu yang dibutuhkan dalam setiap reaksi (Vandra *et al.*, 2016).

### b. Oksigen Terlarut

Kemampuan purifikasi alamiah suatu perairan dapat diketahui dengan mengukur perubahan oksigen terlarut akibat masuknya bahan pencemar ke badan sungai. Bahan pencemar yang terdapat di badan air akan didekomposisi oleh mikroorganisme dengan bantuan oksigen terlarut sehingga dapat menyebabkan terjadinya penurunan jumlah oksigen di dalam air. Keberadaan oksigen terlarut akan mengalami *self purification* akibat terjadinya proses reaerasi dalam badan sungai (Wahyuningsih *et al.*, 2020).

### c. Biochemical Oxygen Demand (BOD)

Konsentrasi BOD bergantung pada bahan organik *biodegradable* dan jumlah mikroorganisme yang terkandung di dalam perairan. Proses purifikasi



perairan secara alami terbatas pada bahan organik yang akan didegradasi pada kondisi aerobik oleh mikroorganisme (Arbie *et al.*, 2015).

#### d. Bahan Organik

Masuknya bahan organik dan anorganik ke dalam perairan dengan jumlah yang melampaui batas dari kemampuan sungai untuk memulihkan diri akan berakibat pada penurunan dan terganggunya fungsi ekologi perairan (Simbolon, 2016).

#### e. Morfometri Sungai

Proses *self purification* dipengaruhi oleh morfometri sungai. Jarak yang semakin panjang akan meningkatkan kemampuan sungai untuk melakukan *self purification* akan semakin baik. Tetapi hal tersebut memiliki syarat yaitu tanpa masuknya pencemar dari luar ke badan sungai (Fakhrunisa dan Hadi, 2020).

Ramdhani dan Anna (2016) menyatakan bahwa pada proses pencemaran terbagi menjadi empat zona *self purification* sepanjang aliran sungai, yaitu sebagai berikut:

##### 1. Zona Degradasi

Proses pencemaran pada zona ini sedang memulai dan mengalami puncak aktivitasnya. Bahan-bahan pencemar yang masuk sudah mulai mengalami degradasi, pada proses membutuhkan oksigen sehingga kadar oksigen akan mengalami penurunan.

##### 2. Zona Dekomposisi

Pada zona ini terjadi proses dekomposisi bahan pencemar sehingga kadar oksigen terlarut di zona ini akan berkurang dari 40% hingga 0%. Tetapi, pada akhir fase ini oksigen terlarut akan kembali menaik.

##### 3. Zona Rehabilitatif

Kadar oksigen dalam zona ini sudah meningkat melebihi 40%. Air kembali jernih dibandingkan zona sebelumnya.

#### 4. Zona Penjernihan Kembali

Fase terakhir dalam zona dari rangkaian proses *single pollution*. Zona ini ditandai dengan oksigen terlarut meningkat secara maksimal.





## 2.8 Status Mutu Air

Status mutu air merupakan suatu tingkatan kondisi mutu air pada perairan yang menunjukkan kondisi cemar atau kondisi baik dalam waktu tertentu dengan membandingkan dengan baku mutu air yang ditetapkan sesuai dengan peruntukannya. Penentuan status mutu air terdiri atas beberapa metode seperti yang ada di bawah ini.

### a. Metode STORET

Metode STORET merupakan sebuah metode dalam menentukan status mutu suatu perairan. Penggunaan metode STORET dalam penentuan status mutu air dapat mengetahui berbagai parameter yang memenuhi maupun yang melampaui baku mutu air. Prinsip dari metode ini yaitu dengan membandingkan hasil data kualitas air yang sudah kita uji dengan baku mutu air yang disesuaikan peruntukannya untuk menentukan status mutu air suatu perairan. Dalam menggunakan metode STORET diperlukan kumpulan data hasil perhitungan kualitas air dalam suatu periode yang berbeda (*time series*). Perhitungan status mutu air menggunakan metode STORET lebih sederhana serta penggunaan metode ini dapat mengkaji pencemaran dengan fluktuasi yang tetap (Hoya, et al. 2020). Skoring nilai perhitungan metode STORET dapat ditentukan dengan :

**Tabel 1.** Penentuan Skor untuk Menentukan Status Mutu Air Metode STORET

Jumlah Parameter	Nilai	Parameter		
		Fisika	Kimia	Biologi
< 10	Maks	-1	-2	-3
	Min	-1	-2	-3
	Rerata	-3	-6	-9
≥ 10	Maks	-2	-4	-6
	Min	-2	-4	-6
	Rerata	-6	-12	-18

## b. Metode Indeks Pencemaran (IP)

Metode Indeks Pencemaran (IP) adalah metode yang berbasis indeks, metode indeks pencemaran ini digunakan berdasarkan dua indeks kualitas. Indeks yang pertama merupakan indeks rata-rata ( $I_R$ ) yang menunjukkan rata-rata dari tingkat pencemaran seluruh parameter dalam sekali pengamatan. Indeks yang kedua merupakan indeks maksimum ( $I_M$ ) yang menunjukkan satu parameter dominan yang menyebabkan terjadinya penurunan kualitas air dalam sekali pengamatan (Romdania *et al.*, 2018). Metode penentuan status mutu air menggunakan indeks pencemaran berfungsi untuk menentukan tingkat pencemaran relatif terhadap parameter kualitas air yang diizinkan maupun yang ditentukan. Penggunaan metode indeks pencemaran dalam penilaian terhadap kualitas air digunakan sebagai bentuk pengelolaan kualitas air apabila pada suatu perairan terjadi penurunan kualitas air akibat masuknya bahan pencemar ke dalam perairan (Pangesti, 2020). Penggunaan metode Indeks Pencemaran (IP) ini dapat digunakan hanya dengan data tunggal dengan satu kali pengamatan. Sehingga hasil pengukuran kualitas air nya menggambarkan keadaan saat itu saja. Pada penelitian ini menggunakan metode Indeks Pencemaran (IP) karena data yang diperoleh merupakan data tunggal yang memenuhi syarat perhitungan metode IP ini. Perhitungan status mutu air menggunakan metode IP dapat ditentukan menggunakan rumus :

$$IP_j = \sqrt{\frac{(C_i/L_i)_M^2 + (C_i/L_i)_R^2}{2}}$$

Keterangan:

$L_i$  = konsentrasi parameter kualitas air dalam baku mutu air

$C_i$  = konsentrasi parameter kualitas air hasil survei

$P_{ij}$  = indeks pencemaran sesuai peruntukan



### c. Metode NSF-WQI (Indeks Kualitas Air)

Metode lain untuk mengetahui status mutu kualitas air adalah dengan menghitung water quality index atau indeks kualitas air. Indeks kualitas air dihitung dalam besaran angka yang menunjukkan nilai total perhitungan kualitas air yang terdapat di lokasi dan waktu tertentu. *National Sanitation Foundation Water*

*Quality Index* (NSF-WQI) atau Indeks Kualitas Air dalam menentukan nilai tingkatan kualitas air dari suatu perairan didasarkan pada 9 parameter yang mencakup: *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Dissolved Oxygen* (DO), *nitrate*, *total phosphate*, suhu, *turbidity*, *total solids*, pH, dan *Fecal Coliform* (Effendi, 2015).

Indeks kualitas air ini pada dasarnya adalah perhitungan matematik dengan menghitung dari berbagai hasil pengukuran parameter untuk mendapatkan satu angka tunggal. Rumus untuk menghitung Water Quality Index adalah sebagai berikut:

$$WQI = \sum_{i=1}^n w_i q_i$$

Keterangan:

WQI = Indeks kualitas air dengan besaran antara 0 and 100

$q_i$  = Kualitas parameter dengan besaran antara 0 and 100

$w_i$  = Unit pembebanan parameter dengan besaran antara 0 - 1

$\sum_{i=1}^n w_i = 1$

## BAB III. METODE PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret 2021 dengan satu kali pengambilan sampel air. Tempat pelaksanaan penelitian ini berada di sepanjang aliran Sungai Ciliwung di Kota Bogor. Pengambilan sampel air Sungai Ciliwung akan dilakukan di tiga stasiun. Stasiun 1 mewakili daerah Bogor Timur, stasiun 2 mewakili daerah Bogor Tengah, dan stasiun 3 mewakili daerah Bogor Utara. Pengukuran kualitas air dilakukan di laboratorium produktivitas dan lingkungan perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

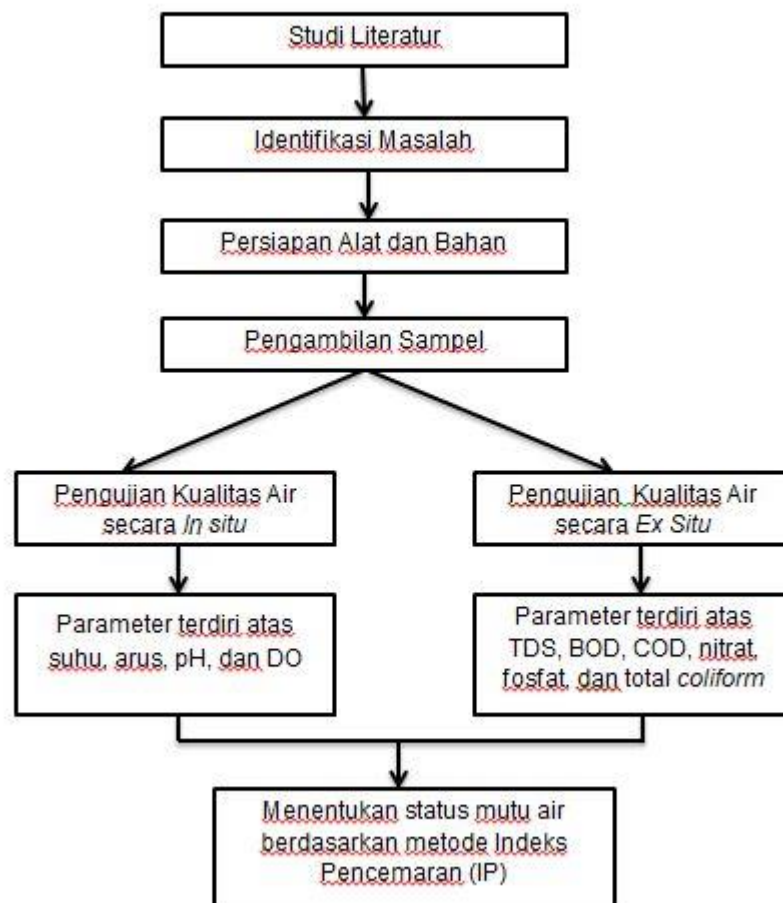
### 3.2 Kerangka Umum Penelitian

Sungai Ciliwung merupakan salah satu sungai yang mengalir di Kota Bogor. Sungai Ciliwung banyak dimanfaatkan masyarakat kota Bogor untuk menunjang kebutuhan hidup. Aktivitas masyarakat tersebut memacu terjadinya penurunan kualitas perairan. Dampak nyata yang terlihat adalah banyaknya sampah yang masuk ke dalam badan air. Sehingga perlu dilakukannya pengukuran kualitas air Sungai Ciliwung. Pada penelitian ini parameter tersebut mencakup suhu, *Total Dissolved Solid* (TDS), arus, *potential of Hydrogen* (pH), oksigen terlarut/*Dissolved Oxygen* (DO), nitrat, total fosfat, *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan total coliform. Parameter diukur melalui pengamatan langsung di lapangan dan pengujian di laboratorium. Hasil data dari pengukuran berbagai parameter tersebut akan memberikan deskripsi mengenai keadaan Sungai Ciliwung berdasarkan kondisi fisika, kimia, dan biologi. Selanjutnya, dari data tersebut akan dianalisis untuk menentukan status mutu



air dengan menggunakan metode Indeks Pencemaran (IP). Data hasil penelitian akan berguna sebagai evaluasi dan bentuk pengelolaan yang perlu dilakukan terhadap Sungai Ciliwung.

Kerangka umum penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 1**.



**Gambar 1.** Skema Prosedur Penelitian

### 3.3 Metode Penelitian

Jenis metode penelitian yang digunakan pada penelitian yaitu metode deskriptif. Metode ini ditujukan untuk menggambarkan fenomena yang sedang berlangsung saat ini. Penelitian deskriptif ini mendeskripsikan suatu keadaan dengan tidak mengadakan manipulasi, tetapi menggambarkan suatu kondisi

dengan apa adanya. Tujuan penelitian ini untuk membuat gambaran, deskripsi, dan keadaan secara faktual dan akurat mengenai fakta, hubungan antar fenomena atau sifat yang diteliti (Hamdi dan Bahrudin, 2014). Metode penelitian digunakan untuk mengetahui kondisi kualitas air Sungai Ciliwung berdasarkan hasil dari parameter yang telah diukur. Setelah diketahui nilai dari setiap parameter dapat ditentukan status mutu air dari setiap stasiun. Dengan mengetahui perbedaan status mutu airnya, kita dapat mengetahui daerah mana yang memiliki tingkat pencemaran paling tinggi dan faktor penyebabnya. Serta parameter apa saja yang mempengaruhi penilaian status mutu air tersebut.

### 3.4 Teknik Pengumpulan Data

Berdasarkan sumbernya teknik pengumpulan data dikelompokkan menjadi data primer dan data sekunder.

#### 3.4.1 Data Primer

Pada penelitian ini data primer berasal dari:

- a. Hasil data pengukuran kualitas air dan pengamatan kondisi lapang. Pengukuran kualitas air berupa pengukuran parameter fisika, kimia, dan biologi berupa suhu, *Total Dissolved Solid* (TDS), arus, *potential of Hydrogen* (pH), oksigen terlarut, nitrat, total fosfat, *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan total coliform. Data tersebut didapatkan dari pengamatan serta pengujian langsung di lapang dan hasil analisa di laboratorium.

- b. Wawancara

Wawancara dilaksanakan untuk mendapatkan informasi mengenai kondisi, pemanfaatan, permasalahan, dan pengendalian kondisi Sungai Ciliwung. Selain itu untuk melengkapi data penelitian yang tidak didapatkan dari data sekunder dan primer lain. Proses wawancara dilakukan dengan



beberapa instansi terkait, para ahli di bidang pengendalian dan pencemaran Sungai Ciliwung dan masyarakat sekitar.

#### c. Dokumentasi

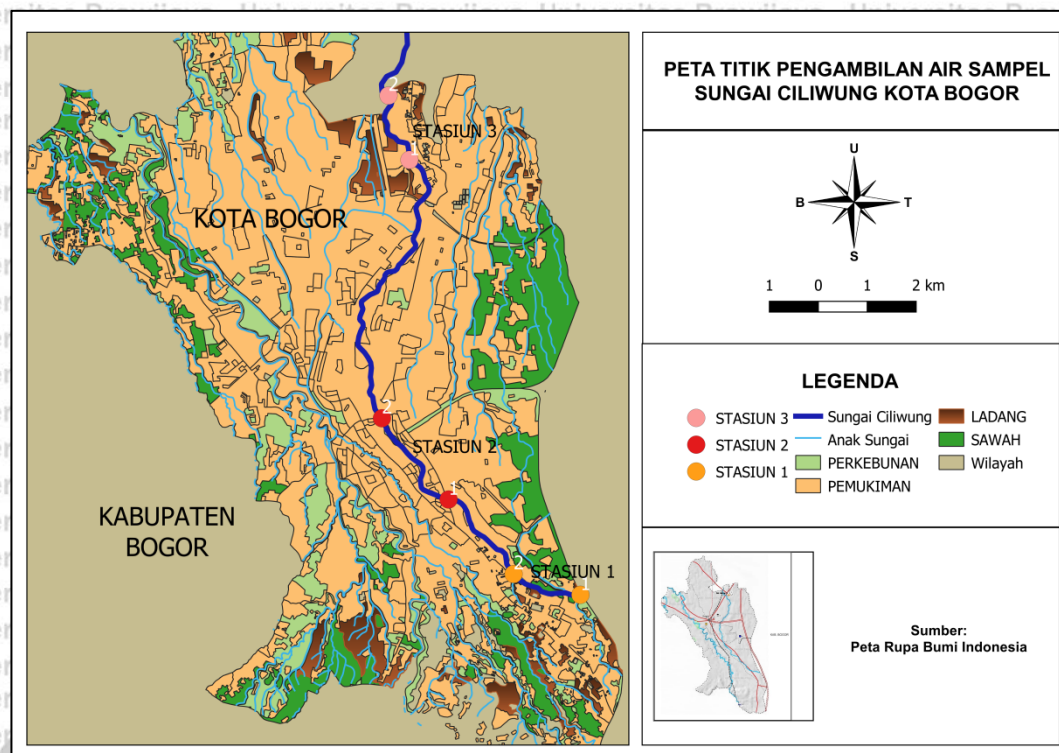
Data hasil dokumentasi dibutuhkan sebagai gambaran langsung mengenai keadaan Sungai Ciliwung. Dalam penelitian ini dokumentasi menampilkan gambar dari setiap titik pengamatan Sungai Ciliwung dan dokumentasi lainnya yang dapat membantu melengkapi data penelitian.

#### 3.4.2 Data Sekunder

Data sekunder didapatkan dari hasil informasi berupa literatur, studi pustaka, hasil penelitian terdahulu, peraturan, peta, dokumen lingkungan, media, dan instansi terkait seperti Dinas Lingkungan Hidup Kota Bogor.

### 3.5 Teknik Pengambilan Sampel

Penentuan titik pengambilan sampel air pada penelitian ini dengan menggunakan teknik *purposive sampling*. Teknik ini merupakan teknik pengambilan sampel dari sumber dengan adanya pertimbangan tertentu. Hal tersebut dapat berdasarkan kriteria tertentu (Wijayanto, 2016). Penentuan titik sampel ini mempertimbangkan banyak hal, antara lain sumber pencemar, kemudahan akses, dan waktu. Sehingga didapatkan titik yang dapat mewakili kualitas air Sungai Ciliwung yang dapat mengindikasikan keadaan kualitas air Sungai Ciliwung yang mengalir sepanjang Kota Bogor. Titik-titik pengambilan air sampel dapat dilihat pada **Gambar 2**.



**Gambar 2.** Peta Titik Pengambilan Sampel

Pembagian stasiun dan sumber pencemar pada Sungai Ciliwung dapat dilihat pada tabel dan tabel

**Tabel 2.** Data Jarak per Stasiun Sungai Ciliwung

Stasiun	Titik	Jarak	Koordinat		Lokasi
			Garis Lintang	Garis Bujur	
1	Titik 1	±743 m	6°38'01"S	106°50'15"E	Bendungan Katulampa
	Titik 2		6°37'56"S	106°49'51"E	Perum. Unitex Tajur
2	Titik 1	±2 km	6°37'00"S	106°48'59"E	Jembatan Bale Binarum
	Titik 2		6°36'10"S	106°48'16"E	Jembatan Otista
3	Titik 1	±841 m	6°35'15"S	106°48'21"E	Kampung Bebek
	Titik 2		6°32'52"S	106°48'05"E	Kedung Halang



**Tabel 3. Potensi Sumber Pencemar Sungai Ciliwung**

Stasiun	Titik	Potensi Sumber Pencemar
1	T1	Pemukiman, Masukan aliran anak sungai, Masukan aliran dari hulu sungai, Industri UMKM
	T2	Pemukiman, Sampah plastic
2	T1	Pemukiman, Pertokoan, MCK, Sampah plastik
	T2	Pemukiman, Pertokoan, MCK
3	T1	Pemukiman, Outlet Pembuangan PDAM, Aktivitas Galian Pasir dan Batu, Industri UMKM
	T2	Pemukiman, Peternakan

**a. Stasiun 1**

1. Titik 1 dengan koordinat  $6^{\circ}38'01''\text{LS}$  dan  $106^{\circ}50'15''\text{BT}$ , merupakan daerah perbatasan antara Kota Bogor dengan Kabupaten Bogor. Pada titik ini aliran sungai yang berasal dari hulu Sungai Ciliwung pertama kali masuk ke wilayah Kota Bogor. Di titik ini terjadi pertemuan buangan anak kali Cieupan dan Cibudik yang masuk ke sungai. Selain itu, pada titik ini aliran sungai akan mengalir ke Bendungan Katulampa. Pada saat melewati Bendungan Katulampa, aliran sungai akan terbagi menjadi dua yang kemudian aliran tersebut akan bersatu lagi.
2. Titik 2 dengan koordinat  $6^{\circ}37'56''\text{LS}$  dan  $106^{\circ}49'51''\text{BT}$ , merupakan daerah yang telah melalui aliran arus berasal dari Bendungan Katulampa. Pada titik ini telah terdampak dari buangan aliran sungai yang kemasukan limbah domestik dari pemukiman warga disekitar aliran sungai.

**b. Stasiun 2**

1. Titik 1 dengan koordinat  $6^{\circ}37'00''\text{LS}$  dan  $106^{\circ}48'59''\text{BT}$ , merupakan titik Sungai Ciliwung sebelum memasuki daerah Babakan Pasar yang merupakan daerah padat penduduk disepanjang aliran Sungai Ciliwung di Kota Bogor. Di sepanjang aliran sungai pada titik ini terdapat MCK dan pada ti-

terdapat banyak tumpukan sampah karena merupakan tempat bekas pengumpulan sampah.

2. Titik 2 dengan koordinat  $6^{\circ}36'10''\text{LS}$  dan  $106^{\circ}48'16''\text{BT}$ , merupakan titik Sungai Ciliwung setelah terkena dampak dari kegiatan aktivitas masyarakat di sekitar pinggiran sungai. Pada titik ini aliran sungai sudah melewati aktivitas masyarakat berupa sungai yang dijadikan sebagai tempat untuk mencuci, mandi, dan pembuangan tinja.

### c. Stasiun 3

1. Titik 1 dengan koordinat  $6^{\circ}33'15''\text{LS}$  dan  $106^{\circ}48'21''\text{BT}$ , merupakan titik sungai yang terdapat aktivitas galian pasir dan pembuangan air dari PDAM. Sepanjang aliran sungai sebelum memasuki titik ini, sudah terkena dampak dari aktivitas masyarakat di pinggiran sungai.
2. Titik 2 dengan koordinat  $6^{\circ}32'52''\text{LS}$  dan  $106^{\circ}48'05''\text{BT}$ , merupakan titik sungai pada perbatasan wilayah Bogor dan Kabupaten Bogor. Pada titik ini terdampak dari daerah aliran sungai yang terdapat aktivitas galian, masuknya aliran dari pembuangan air PDAM, dan air dari limbah domestik.



### 3.6 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian terdiri atas beberapa tahap penelitian. Tahapan pada penelitian ini antara lain tahap persiapan, tahap pelaksanaan dan tahap akhir.

#### 3.6.1 Tahap Persiapan

Tahapan persiapan pada penelitian ini merupakan tahap penentuan tempat dan waktu, melakukan survei lapang, serta penyewaan laboratorium.

#### 3.6.2 Tahap Pelaksanaan

Tahapan pelaksanaan ini merupakan tahap penelitian kualitas air di lapang dan di laboratorium. Pengukuran kualitas air di lapang terdiri atas parameter suhu, arus, pH, dan DO. Untuk parameter TDS, nitrat, total fosfat, BOD, COD, dan total coliform dilakukan pengujian di laboratorium. Sampel air diambil dari lima titik yang berbeda berdasarkan daerah yang mewakili kondisi sumber pencemar.

#### 3.6.3 Tahap Akhir

Tahapan akhir adalah mengolah dan menganalisis data hasil pengujian kualitas air dari pengukuran lapang dan laboratorium, kemudian dilakukan analisis data menggunakan Indeks Pencemaran (IP). Data tersebut kemudian akan ditampilkan dalam bentuk grafik dan bentuk tabel untuk memudahkan interpretasinya.

### 3.7 Pengukuran Kualitas Air

Pengukuran kualitas air Sungai Ciliwung pada penelitian ini terdiri atas tiga parameter yaitu parameter fisika, parameter kimia, dan parameter biologi.

#### 3.7.1 Parameter fisika

Pengukuran parameter fisika terdiri atas:

##### a. Suhu

Pengukuran suhu berdasarkan SNI 06-6989.23-2005 tahapannya adalah sebagai berikut :

- Mencelupkan alat termometer ke dalam permukaan air dan membiarkan selama 2 menit sampai 5 menit hingga termometer menunjukkan nilai besaran suhu
- Mencatat nilai skala pada termometer tanpa mengangkat thermometer dari dalam air

##### b. Total Dissolved Solid (TDS)

Pengukuran *Total Dissolved Solid* (TDS) berdasarkan APHA, 23<sup>rd</sup> Edition, 2540-C, 2017 adalah sebagai berikut:

- Cawan porselin kosong di oven di suhu 175-180°C setelah selesai simpan di desikator selama 30 hingga 60 menit
- Menimbang bobot awal cawan
- Menyaring 50 mL air sampel dengan menggunakan *filter apparatus*
- Memasukkan air yang tersaring ke dalam cawan *porcelain*
- Memanaskan cawan *porcelain* tersebut di atas *hot plate* hingga kering
- Memasukkan cawan *porcelain* di oven dengan suhu 175-180°C selama satu hingga dua jam
- Menyimpan cawan *porcelain* yang telah di oven di desikator selama 30 hingga 60 menit



- Menimbang bobot akhir dengan menggunakan rumus:

$$\text{TDS} = \frac{\text{Bobot Akhir Cawan} - \text{Bobot Awal Cawan}}{\text{Volume Sampel}} \times 10^6$$

### c. Arus

Pengukuran kecepatan arus menggunakan *current meter* adalah sebagai berikut :

- Mengisi air di salah satu botol sebagai pemberat dan botol yang lain di kosongkan
- Menghanyutkan botol pada perairan dan menunggu hingga tali rafia merenggang
- Mencatat waktu saat tali rafia yang merenggang dengan stopwatch
- Menghitung kecepatan arus menggunakan rumus :

$$V = s / t$$

### 3.7.2 Parameter Kimia

#### a. *potensi of Hydrogen* (pH)

Prosedur pengukuran pH menggunakan adalah sebagai berikut :

- Menyediakan cairan yang akan diukur keasamannya.
- Menyalakan PH Meter, celupkan elektrode ke dalam cairan yang akan diukur, lalu putar elektrode larut menjadi homogen.
- Tunggu sampai muncul angka pH.

#### b. Nitrat

Prosedur analisis nitrat berdasarkan APHA 23<sup>rd</sup> Edition, 4500-NO3-E, 2017 adalah berikut:

- Menyaring 5 mL air sampel dan dimasukkan ke tabung reaksi
- Menambahkan 10 tetes *brucine* tabung reaksi yang berisi air sampel
- Menambahkan 5 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat (dalam kondisi asam)

- Homogenkan menggunakan *vortex*
- Memanaskan *waterbath* pada suhu 70 - 80°C selama 15 hingga 20 menit (jangan sampai air mendidih)
- Mendinginkan tabung reaksi sampel air
- Jika air sampel berubah menjadi kuning, dilakukan perhitungan dengan menggunakan alat *spektrofotometer* pada panjang gelombang sebesar 410 nm
- Jika air sampel terbentuk warna orange atau jingga, lakukan pengenceran sampel dan analisis ulang.

### c. Total Fofat

Pengukuran fosfat berdasarkan APHA 23<sup>rd</sup> Edition, 4500-P-E, 2017 adalah:

- Memasukkan 25 mL air sampel ke gelas piala
- Menambahkan 1 sudip  $K_2S_2O_8$  dan 0,5 mL  $H_2SO_4$  30% ke dalam gelas piala
- Memanaskan gelas piala berisi air sampel hingga setengah volume awal
- Mendinginkan sampel dan dilakukan pengenceran menggunakan akuades hingga volume menjadi 15 mL
- Menambahkan 1 tetes indikator PP
- Menambahkan NaOH 6N hingga warna sampel berubah menjadi merah muda
- Mengencerkan kembali sampel hingga volume menjadi 25 mL menggunakan akuades
- Menambahkan 4 mL *mix reagent* kemudian homogenkan
- Mendinginkan sampel selama  $\pm 15$  menit
- Jika positif terbentuk warna biru, hitung total fosfat di *spektrofotometer* pada panjang gelombang 880 nm.



#### d. Oksigen Terlarut/Dissolved Oxygen (DO)

Pengukuran kadar DO dilakukan dengan menggunakan DO meter dengan tahapan sebagai berikut:

- Mengkalibrasi alat DO meter oleh aquades kemudian mengeringkan alat DO meter dengan menggunakan tisu. Mengatur DO meter untuk pengukuran oksigen terlarut.
- Memasukkan alat DO meter ke sampel air yang akan diuji kadar DO nya
- Menunggu hingga layar DO meter menunjukkan angka yang stabil
- Mencatat hasil yang ditunjukkan pada layar DO meter dengan satuan mg/l

#### e. Biochemical Oxygen Demand (BOD)

Prosedur pengukuran BOD di perairan berdasarkan APHA 23<sup>rd</sup> Edition, 2540-C 2017 adalah sebagai berikut:

- Membuat air pengencer (1 L air suling + @ 1 mL nutrient (buffer phosphate,  $MgSO_4$ ,  $CaCl_2$ , dan  $FeCl_2$ ) aerasi hingga DO jenuh (6,5 – 7,5 mg/L).
- Melakukan pengenceran air sampel dengan menggunakan air pengencer yang telah dibuat
- Memindahkan 125 mL air sampel pada botol winkler kemudian hitung nilai DO untuk nilai ( $DO_0$ )
- Memindahkan 125 mL air sampel pada botol winkler yang dilapisi plastik hitam
- Melakukan inkubasi botol winkler yang dilapisi plastik hitam selama 5 hari dengan suhu 20°C
- Menganalisis nilai DO setelah inkubasi 5 hari untuk nilai ( $DO_5$ )
- Menghitung nilai BOD dengan rumus:

$$BOD = DO_0 - DO_5$$

#### f. Chemical Oxygen Demand (COD)

Pengukuran COD di perairan berdasarkan APHA 23<sup>rd</sup> Edition, 5220-D 2017

adalah sebagai berikut :

- Menyiapkan dua buah tabung reaksi dan tutupnya
- Menambahkan 2,5 mL air sampel ke tabung reaksi
- Memasukkan 1,5 mL *digest solution (low dan high)*
- Menambahkan 3,5 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- Menghomogenkan dengan *vortex*
- Memanaskan sampel di COD reactor pada suhu 150°C selama dua jam
- Mendinginkan sampel
- Jika terdapat endapan, hilangkan endapan dengan sentrifuse selama lima menit
- Menghitung nilai COD menggunakan *spektrofotometer* pada gelombang 420 nm (*low*) dan 600 nm (*high*)

#### 3.7.3 Parameter Biologi

Pengukuran total coliform berdasarkan Most Probable Number (MPN) adalah dengan cara sebagai berikut:

##### 1. *Persumtive Test* (test pendahuluan)

- Memasukkan media Lactose Broth (LB) sebanyak 9 ml pada tabung reaksi terisi dengan tabung durham.
- Mensterilisasi tabung menggunakan autoklaf dengan suhu 121°C hingga 15 menit
- Mengencerkan sampel uji oleh 9 ml aquades dengan 1 ml sampel air sungai hingga didapatkan pengenceran pada  $10^{-1} - 10^{-3}$
- Melakukan proses pengenceran tersebut berturut dari 0,1 ml, 0.01 ml



hingga 0.001 ml, kemudian masukkan ke dalam media LB setiap pengenceran hingga tiga tabung

- Menyimpan setiap tabung di inkubator dengan suhu 37°C hingga 24 – 48 jam

- Mengetahui kehadiran coliform oleh terbentuknya gas atau asam dan dengan terjadinya perubahan warna

## 2. *Confirmative Test* (tes penegasan)

- Menginokulasikan 1-2 ose suspensi positif dari tes sebelumnya pada tabung media Brilliant Green Lactose Bile Broth (BGLBB).

- Menginkubasikan setiap tabung dengan suhu 37°C selama 24 – 48 jam.

- Menandai kehadiran bakteri coliform oleh gas/asam dan adanya perubahan warna.

- Menjumlahkan seluruh bakteri coliform di tes penegasan menggunakan metode MPN.

## 3. *Complete Test* (tes pelengkap)

- Menginokulasikan media positif di tes penegasan sebanyak satu ose pada media EMB lalu lakukan inkubasi dengan suhu 37°C.

- Melakukan pewarnaan gram sesudah diinkubasi selama 3-4 hari, jika terdapat koloni tumbuh berwarna hijau kehitaman.

- Perhitungan kepadatan bakteri *coliform* SNI 06-4158-1996:

Jumlah Total Bakteri Koliform (jml/100 mL) =

$$\frac{A}{\sqrt{B}} \times \frac{100}{C}$$

Keterangan:

A : Jumlah tabung positif

B : Volume (mL) sampel uji pada tabung negatif

C : Volume (mL) sampel uji pada semua tabung

### 3.8 Analisis Data

Prosedur analisis data dalam penelitian ini untuk mengetahui perbedaan kualitas air pada setiap titik pengamatan di Sungai Ciliwung Kota Bogor. Analisis data hasil pengukuran parameter kualitas air tersebut akan dibandingkan dengan baku mutu air sesuai dengan peruntukannya. Baku mutu air yang digunakan pada penelitian ini disesuaikan dengan klasifikasi mutu air berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021 kelas II. Pemilihan analisis data menggunakan kelas tersebut berdasarkan dengan fungsi air Sungai Ciliwung yang dimanfaatkan oleh masyarakat Kota Bogor.

Metode yang digunakan dalam penelitian untuk menentukan status mutu air adalah dengan menggunakan metode Indeks Pencemaran (IP). Penggunaan metode ini disesuaikan dengan salah satu kelebihan metode IP adalah dapat dilakukan perhitungan hanya dengan data tunggal pengamatan. Indeks Pencemaran (IP) dapat digunakan sebagai suatu rujukan untuk memperbaiki kualitas perairan. Prosedur penggunaan metode Indeks Pencemaran (IP) adalah sebagai berikut:

- 1) Menyiapkan data hasil pengukuran kualitas air dari berbagai parameter
- 2) Menyiapkan tabel yang terdiri atas lima kolom. Kolom 1 untuk nama parameter kualitas air, kolom 2 untuk konsentrasi sampel pengukuran, ( $C_i$ ), kolom 3 untuk nilai konsentrasi parameter sesuai baku mutu peruntukannya ( $L_{ij}$ ), kolom 4 untuk perhitungan harga ( $C_i/L_{ij}$ ) setiap parameter, dan kolom 5 untuk perhitungan harga ( $C_i/L_{ij}$ ) baru.
- 3) Melakukan perhitungan untuk nilai  $C_i/L_{ij}$  setiap parameter.
- 4) Menghitung nilai ( $C_i/L_{ij}$ ) baru yang dibedakan berdasarkan empat kondisi, yaitu:

a. Jika hasil ( $C_i/L_{ij}$ )  $\leq 1$ , maka yang digunakan merupakan nilai ( $C_i/L_{ij}$ )



- b. Jika hasil  $(C_i/L_{ij}) > 1$ , maka  $(C_i/L_{ij})$  baru dihitung menggunakan rumus:

$$(C_i/L_{ij})_{\text{baru}} = 1 + P \cdot \log((C_i/L_{ij}))$$

- c. Jika nilai konsentrasi parameter yang menurun menunjukkan keadaan pencemaran yang meningkat, seperti parameter DO. Maka harus ditentukan nilai teoritik atau nilai maksimum  $C_{im}$  (untuk parameter DO nilai  $C_{im}$  merupakan nilai DO jenuh pada nilai suhu tertentu dengan tekanan 1 atm). Selanjutnya nilai  $C_i/L_{ij}$  akan dihitung menggunakan rumus:

$$(C_i/L_{ij})_{\text{baru}} = \frac{C_{im} - C_i}{C_{im} - L_{ij}}$$

- d. Jika parameter kualitas air memiliki baku mutu rentang seperti pH, maka nilai  $(C_i/L_{ij})$  baru maka dihitung dengan tahapan rumus:

- menentukan nilai rata-rata  $L_{ij}$

$$(L_{ij})_{\text{rata-rata}} = \frac{(L_{ij})_{\text{min}} + (L_{ij})_{\text{maks}}}{2}$$

- jika nilai  $C_i \leq L_{ij}$  rata-rata, maka  $(C_i/L_{ij})$  baru menggunakan rumus:

$$(C_i/L_{ij})_{\text{baru}} = \frac{[C_i - (L_{ij})_{\text{rata-rata}}]}{[(L_{ij})_{\text{minimum}} - (L_{ij})_{\text{rata-rata}}]}$$

- jika nilai  $C_i > L_{ij}$  rata-rata, maka  $(C_i/L_{ij})$  baru menggunakan rumus:

$$(C_i/L_{ij})_{\text{baru}} = \frac{[C_i - (L_{ij})_{\text{rata-rata}}]}{[(L_{ij})_{\text{maksimum}} - (L_{ij})_{\text{rata-rata}}]}$$

6) Menentukan nilai Indeks Pencemaran (IP)

$$IP_j = \sqrt{\frac{(C_i/L_{ij})_M^2 + (C_i/L_{ij})_R^2}{2}}$$

Keterangan

$IP_j$  : nilai Indeks Pencemaran (IP)

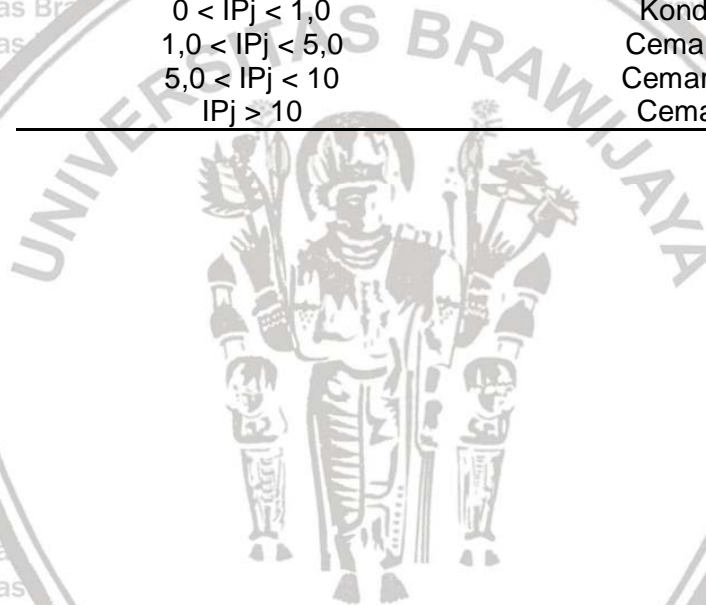
$(C_i/L_{ij})_R$  : nilai rata-rata ( $C_i/L_{ij}$ )

$(C_i/L_{ij})_M$  : nilai maksimum ( $C_i/L_{ij}$ )

7) Menentukan status mutu air berdasarkan nilai  $IP_j$

**Tabel 4.** Klasifikasi Indeks Pencemaran

Nilai	Kategori
$0 < IP_j < 1,0$	Kondisi Baik
$1,0 < IP_j < 5,0$	Cemar Ringan
$5,0 < IP_j < 10$	Cemar Sedang
$IP_j > 10$	Cemar Berat





## BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Kondisi Umum Lokasi Penelitian

Sungai Ciliwung mengalir dari hulu di Kabupaten Bogor melewati Kota Bogor, Kota Depok, dan Kota Jakarta sebagai hilir sungai. Pada hulu Sungai Ciliwung terjadi perubahan lahan dari wilayah perkebunan menjadi tempat usaha maupun rekreasi serta perumahan yang menyebabkan semakin tinggi laju erosi tanah. Dampak yang terjadi adalah hasil erosi berupa endapan terbawa oleh arus menuju Daerah Aliran Sungai (DAS) Kota Bogor hingga DAS Hilir. Berdasarkan *Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah Kota Bogor* (DLH Kota Bogor, 2019) mengatakan bahwa penggunaan lahan di sekitar Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciliwung merupakan kawasan terbangun yang terus berkembang, sehingga terjadi penyempitan lahan di beberapa bantaran DAS akibat bangunan yang menjorok ke sempadan sungai. Perubahan penggunaan lahan di sekitar area DAS Ciliwung menyebabkan terjadinya peningkatan laju limpasan air ke permukaan Sungai Ciliwung.

Secara administrasi lokasi penelitian diambil pada Kecamatan Bogor Timur sebagai segmen hulu, Kecamatan Bogor Tengah sebagai segmen tengah, dan Kecamatan Bogor Utara sebagai segmen hilir Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciliwung di Kota Bogor. Pengambilan sampel air Sungai Ciliwung pada penelitian ini dilakukan pada 3 stasiun dengan 1 stasiun terdapat 2 titik pengambilan sampel air, sehingga jumlah seluruh titik sampel yang diambil pada penelitian ini adalah sebanyak 6 titik. Ruang lingkup pemilihan lokasi pengambilan air sampel ini didasarkan pada berbagai pertimbangan, antara lain adalah sumber pencemar, kemudahan akses, dan lokasi yang mewakili daerah administrasi dimulai dari titik di Kecamatan Bogor Timur hingga titik di Kecamatan Bogor Utara.



#### 4.1.1 Stasiun 1

Lokasi stasiun satu berada pada Kecamatan Bogor Timur yang merupakan merupakan batas awal wilayah masuknya aliran Sungai Ciliwung menuju Kota Bogor. Pada stasiun satu ini terdapat dua titik pengambilan air sampel. Jarak antara titik 1 dengan titik 2 adalah  $\pm 743$  m.



**Gambar 3.** Jarak Antar Titik Pengambilan Sampel Stasiun 1  
(Sumber: Google Earth, 2021)

##### 1. Titik 1 (Bendungan Katulampa)

Lokasi titik sampel 1 berada di Kelurahan Katulampa, Kecamatan Bogor Timur, Kota Bogor. Titik 1 berada pada jarak  $\pm 30$  m sebelum masuknya aliran Sungai Ciliwung menuju Bendungan Katulampa. Ahmad, *et al.* (2012), melaporkan bahwa Bendungan Katulampa berfungsi sebagai bangunan untuk peringatan dini atas aliran air yang akan menuju Kota Jakarta. Saluran Bendungan Katulampa memiliki kapasitas maksimum sebesar 6.000 liter/detik. Bendungan Katulampa memiliki dua pintu yaitu pintu utama yang dimana aliran sungai ini akan melalui daerah Katulampa, Depok, dan Manggarai. Sedangkan untuk pintu irigasi aliran sungai akan melalui daerah Katulampa, Kramatjati, dan Cililitan.



Kondisi sungai pada titik ini memiliki aliran arus yang tidak deras, air yang sedikit jernih serta materi dasar sungai berupa pasir, batuan, dan kerikil. Pada titik ini masuknya aliran arus dari hulu sungai di daerah Puncak Kabupaten Bogor dan aliran dari anak sungai. Penggunaan lahan di sekitar lokasi sungai merupakan pemukiman warga, dan terdapat vegetasi yang tumbuh disepanjang aliran sungai seperti rumput dan pepohonan. Selain itu, pada wilayah ini terdapat berbagai industri UMKM seperti pabrik tahu dan kerupuk kulit, serta tempat pemotongan ayam. Adanya berbagai bahan pencemar yang masuk dari berbagai aktivitas pada daerah ini menjadi dasar pemilihan lokasi pengambilan air sampel yang pertama.



**Gambar 4.** Kondisi Lokasi Stasiun 1 Titik Sampel 1: (a) Masuknya Aliran Anak Sungai ke Sungai Utama; (b) Titik Pengambilan Sampel; (c) Bendungan Katulampa; (d) Aliran Sungai Setelah Melewati Bendungan Katulampa

(Sumber: Data Pribadi Lokasi Lapang, 2021)



## 2. Titik 2 (Unitex, Sindangrasa)

Lokasi titik pengambilan sampel yang kedua berada di Komplek Unitex, Kelurahan Sindangrasa, Kecamatan Bogor Timur, Kota Bogor. Pada titik ini aliran sungai sudah melewati Bendungan Katulampa dengan jarak berkisar  $\pm 1$  km.

Kondisi sungai pada titik ini di sekitar sempadan sungai merupakan bebatuan serta vegetasi yang ditanami pohon dan rumput. Di titik ini aliran arus cukup deras dan kondisi air keruh. Dibandingkan dengan titik sebelumnya, lebar sungai telah terjadi penyempitan di titik ini. Pada sekitar lokasi ini terdapat banyak sampah seperti sampah plastik dan *styrofoam*, serta sampah yang terbawa oleh aliran arus seperti ranting pohon. Jarak antara pinggir sungai dengan pemukiman masyarakat cukup jauh karena di lokasi ini bangunan berada di wilayah atas.

Sumber pencemar yang ada pada titik 2 ini antara lain berasal dari aliran sungai dan limbah domestik.

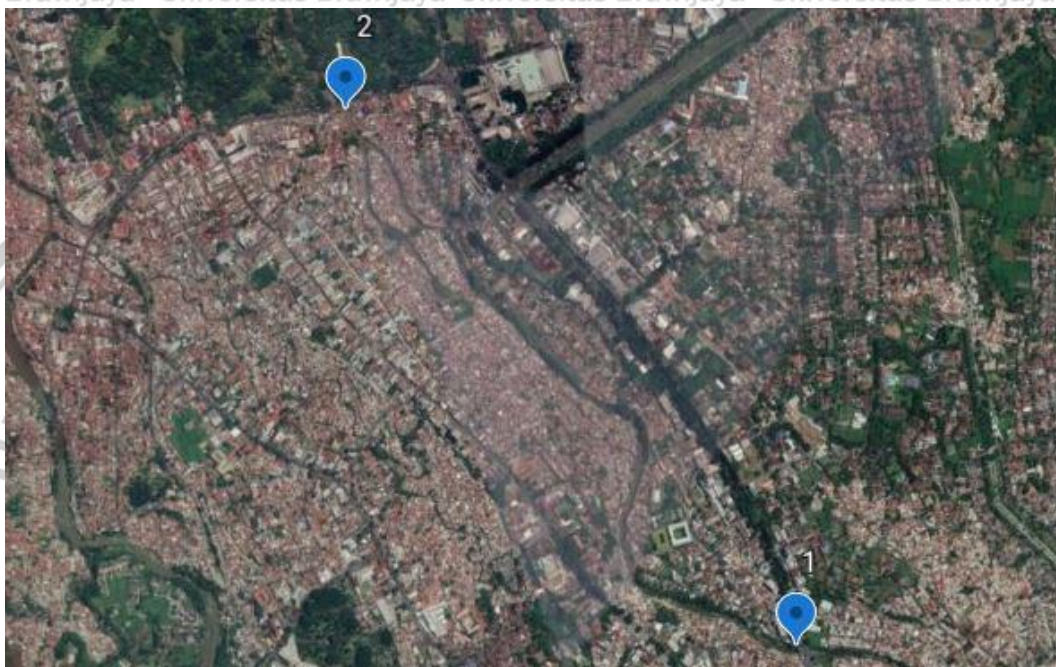


**Gambar 5.** Lokasi Pengambilan Sampel Air Stasiun 1 Titik 2 Sindangrasa  
(Sumber: Data Pribadi Lokasi Lapang, 2021)



#### 4.1.2 Stasiun 2

Lokasi stasiun dua berada pada Kecamatan Bogor Timur dan Bogor Tengah, wilayah ini yang merupakan pusat dari Kota Bogor dimana banyak pemukiman, ruko, tempat makan, dan perkantoran. Pada stasiun satu ini terdapat dua titik pengambilan air sampel. Jarak antara titik 1 dengan titik 2 pada stasiun ini adalah  $\pm 2$  km.



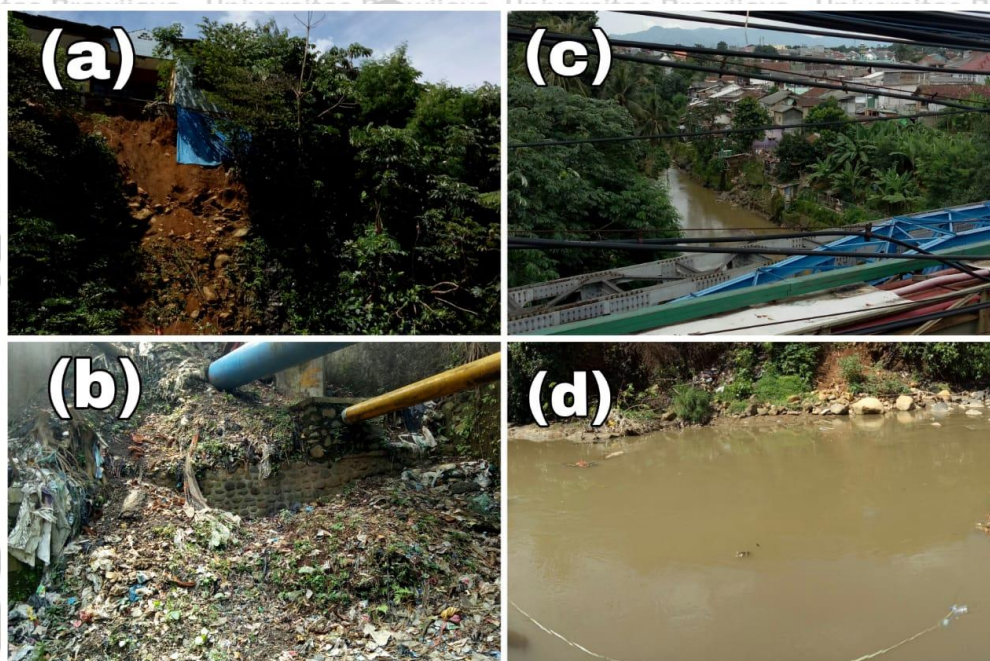
**Gambar 6.** Jarak Antar Titik Pengambilan Sampel Stasiun 2  
(Sumber: Google Earth, 2021).

##### 1. Titik 1 (Jembatan Bale Binarum)

Lokasi titik pengambilan sampel pada stasiun 2 di titik 1 berada di bawah jembatan Bale Binarum, Kelurahan Baranangsiang, Kecamatan Bogor Timur, Kota Bogor. Jarak antara titik ini dengan titik 2 S1 adalah sejauh 2,4 km. Wilayah ini berada pada bagian awal tengah kota yang dimana pada sekitar pinggir sungai didominasi oleh pemukiman masyarakat yang cukup padat. Sebelum pada titik ini, aliran sungai telah melalui sumber pencemar yang berasal dari limbah domestik dan limbah MCK. Meskipun di sempadan aliran sungai berupa vegetasi



dan bebatuan, di pinggiran atas sungai merupakan pemukiman warga dimana terdapat saluran pembuangan tinja yang dibuang langsung ke sungai, sehingga menimbulkan bau tidak enak di wilayah sekitar sungai. Di titik ini juga banyak masukan aliran air yang berasal dari mata air. Kondisi air sungai tampak keruh dan memiliki arus sungai yang tidak terlalu deras. Selain itu, pada titik ini terdapat tumpukan sampah yang dibiarkan, karena pada titik ini merupakan bekas tempat penumpukan sampah oleh para pengepul.



**Gambar 7.** Kondisi Lokasi Stasiun 2 Titik Sampel 1: (a) Pemukiman Warga di Pinggiran Atas Sungai; (b) Tumpukan Sampah di Lokasi; (c) Sempadan Sungai; (d) Titik Pengambilan Sampel  
(Sumber: Data Pribadi Lokasi Lapang, 2021)

## 2. Titik 2 (Jembatan Otista)

Lokasi pengambilan sampel pada stasiun 2 di titik 2 berada di bawah jembatan Otista, Kelurahan, Kecamatan Bogor Tengah, Kota Bogor. Jarak antara titik ini dengan titik sebelumnya sebesar  $\pm 2$  km. Titik ini termasuk dalam wilayah perkotaan dengan pemukiman masyarakat yang mendominasi pinggiran sungai. Sebelum sampai di titik ini aliran sungai terbelah menjadi dua aliran dan telah melalui wilayah pemukiman masyarakat yang padat. Di titik ini masyarakat yang



tinggal di pinggir sungai lebih aktif untuk memanfaatkan air Sungai Ciliwung sebagai tempat untuk mencuci dan mandi sehingga pembuangan limbah domestik lebih mendominasi. Jarak antara rumah dengan sungai sangat dekat sehingga tidak jarang masyarakat di pinggir sungai ini membuang tinja dari rumah langsung ke badan sungai. Terdapat beberapa keramba untuk budidaya ikan mas dan lele di sekitar aliran sungai yang di kelola oleh masyarakat sekitar. Sempadan aliran sungai di titik ini adalah pemukiman masyarakat, walaupun terdapat beberapa pepohonan dan rumput. Arus sungai tidak terlalu deras, terdapat bebatuan, dan air sungai berwarna keruh.



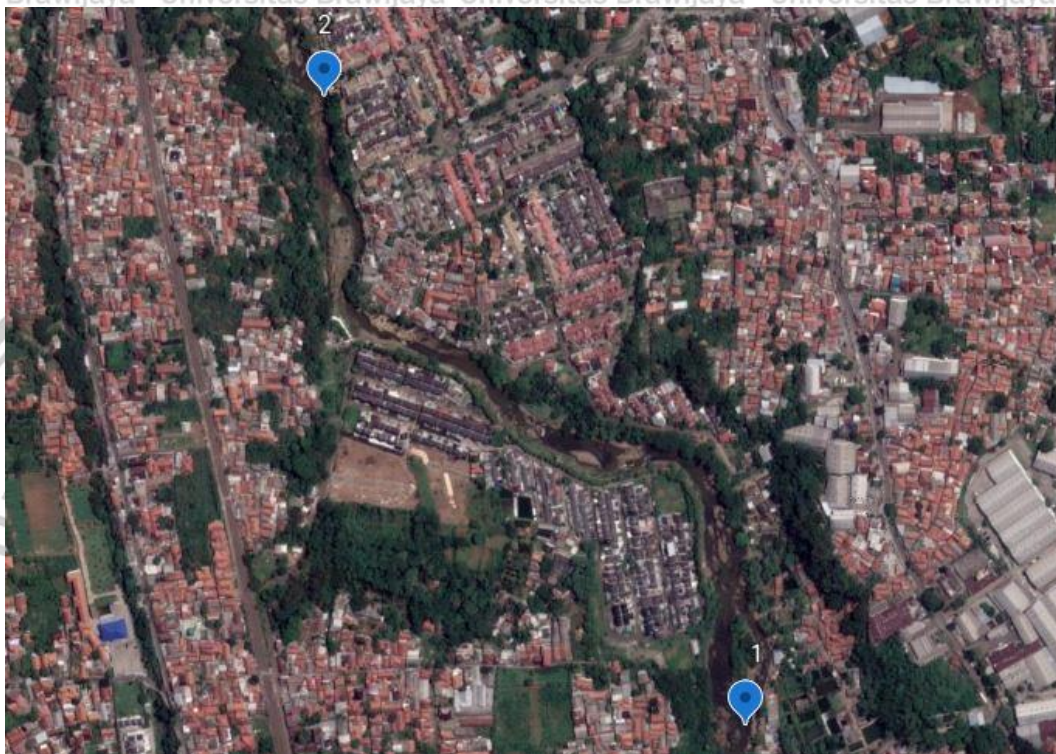
**Gambar 8.** Kondisi Lokasi Stasiun 2 Titik Sampel 2: (a) Titik Pengambilan Sampel; (b) Sempadan Sungai; (c) Pemukiman Masyarakat di Pinggir Sungai

(Sumber: Data Pribadi Lokasi Lapang, 2021)



### 4.1.3 Stasiun 3

Lokasi stasiun tiga berada pada Kecamatan Bogor Utara, merupakan batas akhir wilayah keluarnya aliran Sungai Ciliwung yang akan menuju Kabupaten Bogor. Pada stasiun satu ini terdapat dua titik pengambilan air sampel dengan jarak antar titik sejauh  $\pm 841$  m.



**Gambar 9.** Jarak Antar Titik Pengambilan Sampel Stasiun 3  
(Sumber: Google Earth, 2021).

#### 1. Titik 1 (Kampung Bebek)

Lokasi pengambilan sampel pada stasiun 3 di titik 1 berada di wilayah Kampung Bebek, Kelurahan Kedung Halang, Kecamatan Bogor Utara, Kota Bogor. Jarak antara titik ini dengan titik dengan titik 2 S2 sejauh 5,3 km. Pada wilayah ini terdapat aktivitas penambangan pasir dan bebatuan yang dikelola oleh masyarakat sekitar. Hal tersebut menjadi salah satu faktor air sungai menjadi lebih keruh. Selain itu terdapat outlet pembuangan air dari aktivitas pengurasan bak penampungan PDAM yang dibuang langsung ke badan sungai sehingga saat sedang dilakukan pengurasan, terjadi perbedaan warna air di permukaan



sungai. Aliran sungai memiliki tinggi yang hampir sama dengan sempadannya akibatnya saat debit air tinggi air sungai akan meluap ke daratan. Telah terjadi pelebaran air sungai di titik ini dibandingkan pada titik-titik sebelumnya. Penggunaan lahan di sekitar lokasi ini adalah pemukiman masyarakat, selain itu terdapat juga kebun dan kolam pemancingan. Sempadan sungai di wilayah ini juga didominasi oleh vegetasi pepohonan dan rumput liar, meskipun begitu pada pinggir sungai masih terdapat daratan yang ditemukan sampah yang terbawa oleh aliran sungai. Meskipun banyak sampah yang tersangkut akibat aliran, arus sungai pada wilayah ini tergolong tidak terlalu deras.



**Gambar 10.** Kondisi Lokasi Stasiun 3 Titik Sampel 1: (a) Outlet Pembuangan Air PDAM; (b) Sempadan Sungai; (c) Penambangan Pasir dan Batu; (d) Titik Pengambilan Sampel  
(Sumber: Data Pribadi Lokasi Lapang, 2021)

## 2. Titik 2 (Kedung Halang)

Lokasi pengambilan sampel pada stasiun 3 di titik 2 berada di sekitar perumahan Villa Bogor Indah 3, Kelurahan Kedung Halang, Kecamatan Bogor Utara, Kota Bogor. Jarak antara titik ini dengan titik sebelumnya adalah sejauh  $\pm 841$  m. Wilayah ini merupakan perbatasan antara Kota Bogor dengan Kabupat-



en Bogor, sehingga dapat dikatakan sebagai titik sebelum aliran Sungai Ciliwung keluar batas administratif Kota Bogor. Kondisi sungai di titik 2 memiliki aliran arus yang tidak deras, air tampak keruh, dan terdapat bebatuan. Sama dengan titik sebelumnya, sempadan sungai ini ditumbuhi vegetasi pepohonan dan rerumputan. Di sekitar pinggiran sungai selain digunakan sebagai pemukiman terdapat peternakan milik masyarakat. Pada titik ini juga terdapat outlet masukan air dari selokan yang berasal dari pemukiman masyarakat. Dengan adanya masukan air dari selokan yang membawa limbah domestik ini dapat berpengaruh terhadap kualitas air sungai.



**Gambar 11.** Lokasi Pengambilan Sampel Air Stasiun 3 Titik 2 Kedung Halang  
(Sumber: Data Pribadi Lokasi Lapang, 2021)



## 4.2 Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Air Sungai Ciliwung

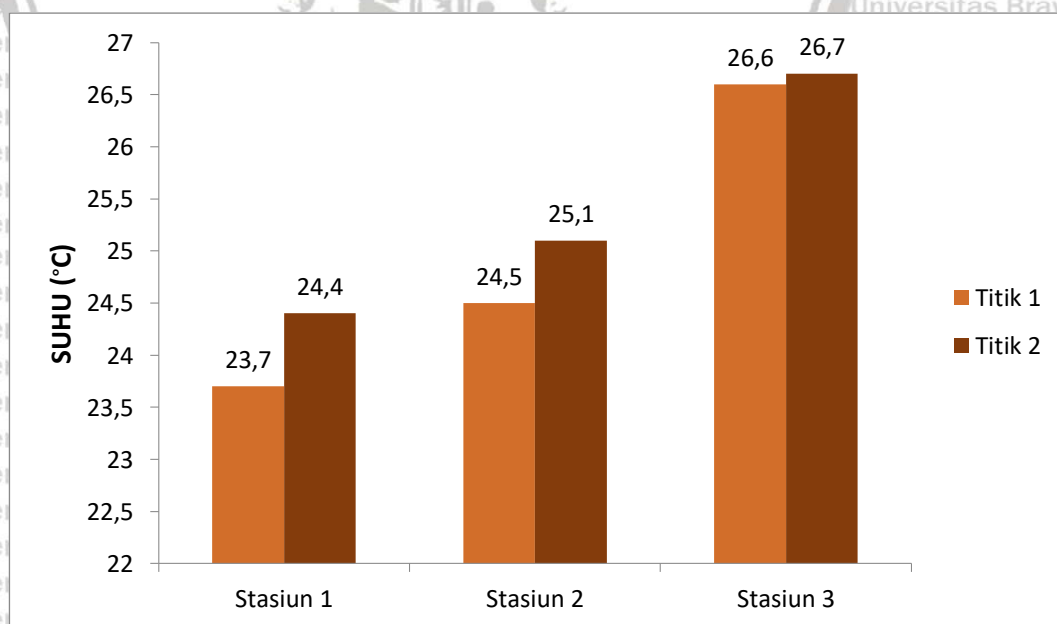
Kondisi kualitas air yang diukur menggunakan metode tertentu untuk menggambarkan keadaan air dan kandungan suatu komponen di dalam perairan. Data hasil analisis yang dilaksanakan pada 3 stasiun dengan total 6 titik menggunakan 10 parameter yaitu suhu, arus, Total Dissolved Solid (TDS), pH, oksigen terlarut (DO), nitrat, total fosfat, *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Biological Oxygen Demand* (BOD) dan *total coliform* dapat dilihat pada **Lampiran 2**.

Berikut ini merupakan analisa hasil dari pengukuran kualitas air Sungai Ciliwung yang meliputi parameter fisika, kimia, dan biologi.

### 4.2.1 Parameter Fisika

Analisis data hasil pengukuran kualitas air di Sungai Ciliwung berdasarkan parameter fisika. Berikut ini merupakan hasil pengukuran parameter suhu, arus, dan *total dissolved solid* (TDS).

#### a. Suhu



**Gambar 12.** Grafik Pengukuran Suhu

Hasil pengukuran suhu dapat dilihat pada grafik di atas. Kisaran nilai suhu yang didapatkan adalah  $23.7 - 26.5^{\circ}\text{C}$ . Berdasarkan baku mutu air sungai PP No. 22 Tahun 2021 kisaran tersebut masih memenuhi batas baku mutu deviasi 3 dengan perbedaan suhu udara di atas permukaan air. Suhu merupakan salah satu faktor untuk keberlangsungan proses kimia dan biologi di dalam perairan. Suhu mempengaruhi proses fotosintesis tumbuhan air, kandungan oksigen terlarut dalam air, serta laju metabolisme organisme air (Rosarina dan Laksanawati, 2018).

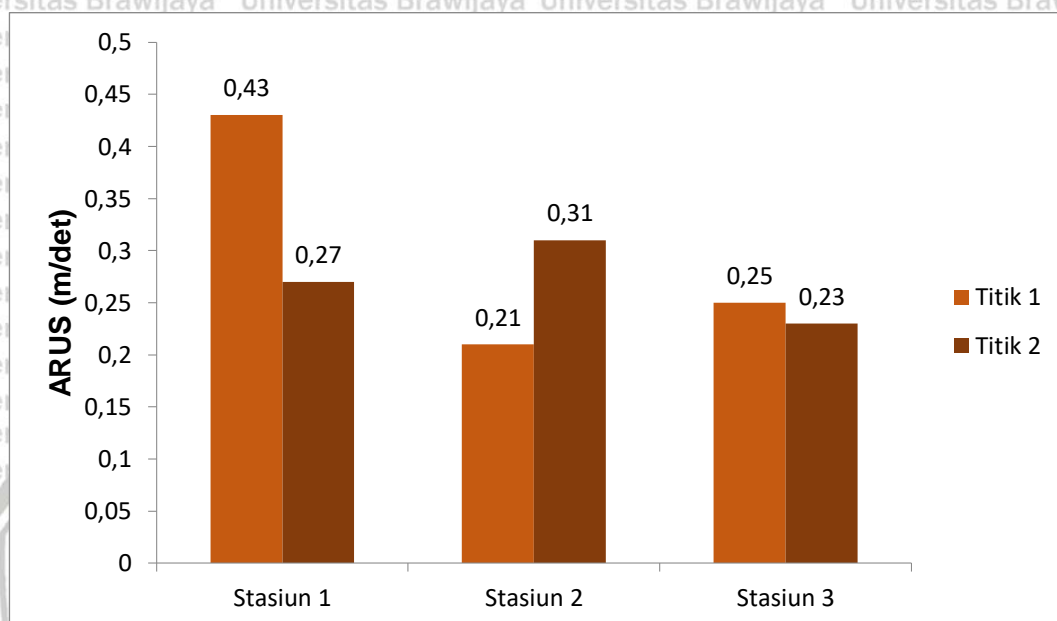
Dari data hasil pengukuran nilai suhu di setiap stasiun selalu meningkat. Pada titik 1 S1 mendapatkan nilai suhu yang terendah yakni sebesar  $23.7^{\circ}\text{C}$ , hal ini sesuai dengan pengukuran dilakukan saat pagi hari pada pukul 08.00. Menuju stasiun 2 dan 3 terjadi peningkatan nilai suhu karena perbedaan waktu pengambilan dan posisi matahari. Nilai suhu tertinggi terdapat pada stasiun 3 sebesar  $26,5^{\circ}\text{C}$ . Tingginya nilai suhu didapatkan karena pengambilan sampel dilakukan pada pukul 12.00 disaat matahari sedang terik sehingga sinar masuk ke permukaan air dan meningkatkan nilai suhu. Hal ini sejalan berdasarkan penelitian Alfionita, *et al.* (2019) yang mengatakan bahwa peningkatan suhu yang signifikan berkaitan dengan peningkatan intensitas sinar matahari. Selain itu, perbedaan suhu dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti cuaca pada saat pengambilan sedang cerah/tidak dan ada/tidak vegetasi di pinggir sungai.

Hasil laporan Pambudi, *et al.* (2016), mengenai pengukuran suhu Sungai Ciliwung di titik lokasi penelitian Kota Jakarta berkisar antara  $29^{\circ}\text{C} - 31^{\circ}\text{C}$ . Tingginya nilai suhu yang diperoleh disebabkan oleh tidak adanya vegetasi di sekitar sungai akibat penggundulan bantaran DAS sebagai daerah yang di beton. Hal tersebut menyebabkan badan air langsung terkena cahaya matahari akibat tidak adanya perlindungan dari vegetasi. Berdasarkan nilai pengukuran suhu yang



didapat pada penelitian kondisi kualitas air Sungai Ciliwung di Kota Bogor dan perbandingan dengan hasil pengukuran suhu di Kota Jakarta ini nilai suhu masih dalam kisaran suhu yang optimal bagi kehidupan organisme perairan.

#### b. Arus



**Gambar 13.** Grafik Pengukuran Arus

Hasil pengujian arus Sungai Ciliwung di lapang pada tiga stasiun dapat diamati pada grafik di atas. Kisaran kecepatan arus seluruh titik sampel diperoleh sebesar 0,21 – 0,43 m/det. Berdasarkan tipe kecepatan arus secara umum kecepatan arus Sungai Ciliwung di setiap stasiun tergolong dalam kecepatan arus sungai sedang yang berkisar antara 0,2 – 0,5 m/det.

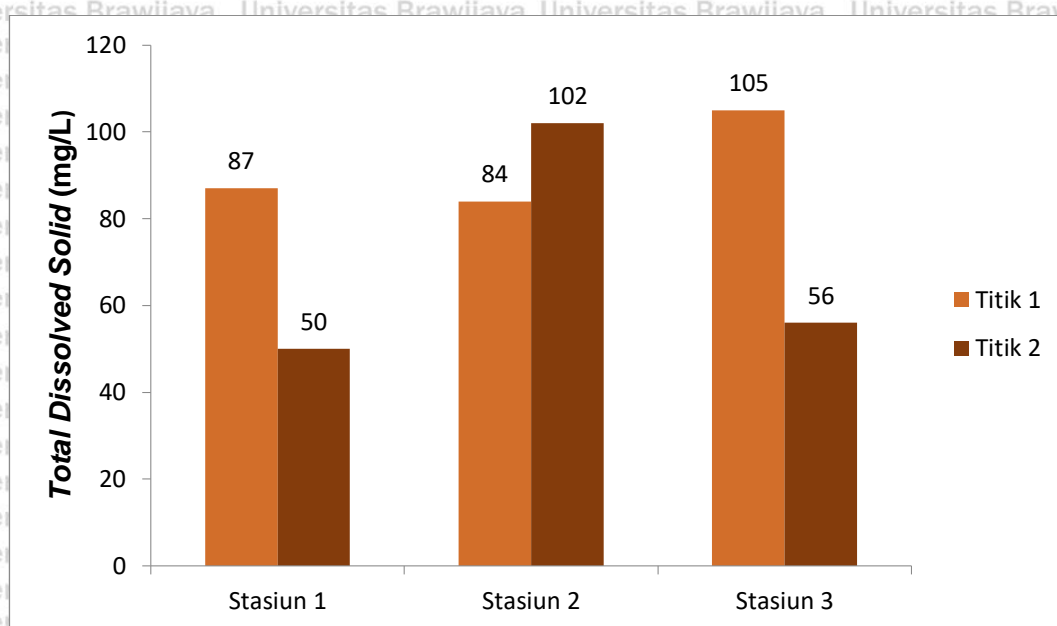
Dari hasil pengukuran didapatkan nilai kecepatan arus tertinggi adalah 0.43 m/det yang diperoleh titik 1 di S1. Adanya masukan aliran arus dari anak sungai ke badan Sungai Ciliwung  $\pm 100$  m dari titik pengamatan membuat kecepatan arus pada titik 1 S1 ini lebih besar dibandingkan titik yang lain. Nilai kecepatan arus terendah adalah 0.21 m/det pada titik 1 di S2 pada titik ini terjadi penyempitan lebar sungai dan aliran air melaju lebih tenang. Pada titik 2 S2 terjadi peningkatan kecepatan arus karena di titik ini terjadi pelebaran sungai dan terdapat

banyak bebatuan. Stasiun 3 memiliki nilai kecepatan yang lebih lemah dibandingkan dengan stasiun lain. Suatu perairan yang memiliki arus lemah akan terjadi pengendapan lumpur halus di dasar perairan. Hal ini sesuai dengan keadaan dasar perairan pada lokasi penelitian yang memiliki kecepatan arus 0,21 – 0,27 m/det dimana komposisi substratnya berupa pasir halus.

Berbeda dengan nilai pengukuran arus yang didapatkan pada penelitian Hasibuan (2017), kecepatan arus Sungai Ciliwung di Kota Bogor pada titik pantau sukasari mendapatkan nilai sebesar 20.82 m/det serta titik pantau sempur sebesar 21 m/det dengan 10 meter panjang arus sungai. Pada titik ini kecepatan arus ini ditentukan oleh kedalaman, luas badan air, serta halus kasar dan tinggi rendah dasar sungai. Perbedaan kecepatan arus di setiap tempat ini sesuai dengan pendapat Putra (2016), bahwa kecepatan arus di pengaruhi oleh faktor yang mempengaruhi cepat atau lambatnya suatu sungai. Kecepatan arus dapat dipengaruhi oleh beberapa hal, antara lain angin, garis ketinggian (kontur) sungai, gesekan aliran dengan daratan, lokasi sungai, dan adanya tanaman, gulma, atau sampah yang ada di sungai.



c. *Total Dissolved Solid*



**Gambar 14.** Grafik Pengukuran *Total Dissolved Solid*

Hasil pengukuran parameter *Total Dissolved Solid* berkisar antara 50 – 105 mg/L. Seluruh nilai yang hasil pengukuran masih berada dibawah batas baku mutu total padatan terlarut (TDS) berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021 yaitu sebesar 1000 mg/L. Total zat padat terlarut merupakan zat organik atau anorganik seperti mineral, logam, kation-anion, dan garam yang terlarut di badan air. Tingginya suatu nilai zat padat terlarut di dalam perairan dapat disebabkan adanya berbagai aktivitas manusia berupa limbah yang masuk ke perairan (Rosarina dan Laksanawati, 2018).

Nilai pengukuran TDS pada stasiun 1 mengalami penurunan di titik 2 S1. Faktor yang mempengaruhi terjadinya perbedaan dan perubahan nilai TDS di perairan adalah terjadinya penambahan ataupun pengurangan jumlah partikel di perairan yang terbawa oleh aliran air. Pada titik 2 S1 ini mendapatkan nilai TDS terendah dibandingkan seluruh titik yaitu sebesar 50 mg/L. Rendahnya nilai TDS yang diperoleh dapat disebabkan oleh sedikitnya masukan zat-zat terlarut ke

dalam perairan, karena pada sempadan di wilayah titik ini jauh dari aktivitas manusia sehingga memungkinkan terjadinya penurunan masukan zat-zat terlarut dari berbagai sumber. Pada stasiun 2 terjadi kenaikan nilai TDS khususnya pada titik 2 S2. Nilai TDS yang meningkat sejalan dengan aliran Sungai Ciliwung yang berdekatan dengan pemukiman warga. Hal tersebut menyebabkan tertumpuknya limbah aktivitas manusia yang dibuang ke dalam sungai sehingga meningkatkan jumlah partikel terlarut. Beberapa partikel terlarut penyumbang limbah bagi sungai berasal dari sisa detergen dan sabun (Hanifah dan Widyastuti, 2017).

Peningkatan terus terjadi hingga pada titik 1 S3 yang mendapatkan nilai TDS tertinggi sebesar 105 mg/L. Tingginya nilai yang didapat disebabkan karena pada titik ini terdapat aktivitas galian pasir dan outlet pembuangan air PDAM. Penyebab tersebut sejalan dengan penelitian Dwitaningsih, *et al.* (2018), bahwa penambangan pasir mengakibatkan nilai TDS tinggi karena ada proses pencucian yang dilakukan untuk memisahkan pasir dan unsur lain hingga menyisakan pasir dan lumpur halus. Bahan tersebut masuk ke badan sungai dan menyebabkan kekeruhan. Pada titik 2 S3 terjadi penurunan nilai TDS hal ini dapat disebabkan karena pemukiman penduduk mulai berkurang dan aktivitas manusia juga menurun sehingga nilai TDS di titik ini cenderung turun.

Selain untuk menunjukkan jumlah unsur terlarut organik ataupun anorganik, parameter *Total Dissolved Solid* (TDS) menimbulkan bau dan keruh di perairan. Terdapat senyawa – senyawa kimia yang membentuk TDS bersifat karsinogenik atau senyawa yang dapat menyebabkan penyakit kanker (Mutmainah dan Adnan, 2018). Penelitian Parwaningtyas (2015), melaporkan hasil rata-rata pengukuran parameter TDS Sungai Ciliwung di Kota Depok tepatnya di Yahya Nuih sebelum terfilter adalah 70,5 ppm. Sedangkan untuk hasil TDS setelah terfilter menggunakan bebatuan adalah 76,5 ppm. Nilai ini mengindikasikan bahwa sebelum terfilter air agak tercemar dan setelah dilakukan filter air Sungai

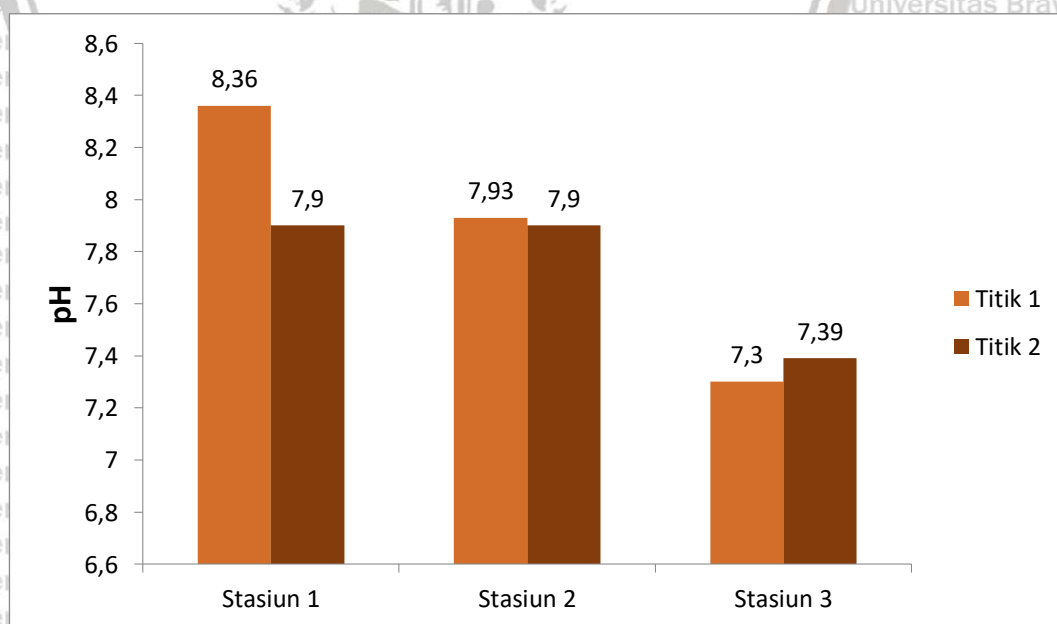


Ciliwung layak dimanfaatkan untuk keperluan sehari-hari dan dapat untuk diminum tetapi tetap harus memperhatikan proses memasak air hingga mendidih (suhu  $100^{\circ}\text{C}$ ) untuk membunuh bakteri. Nilai rata-rata hasil pengukuran TDS di Sungai Ciliwung sebesar  $80,7 \text{ mg/L}$ . Berdasarkan hasil pengukuran penelitian ini dan pendapat pendukung, meskipun hasil pengukuran TDS berada dibawah batas baku mutu untuk kualitas air sungai, tidak disarankan bagi masyarakat sekitar sungai untuk mengkonsumsi langsung air sungai tanpa dilakukan filter terlebih dahulu.

#### 4.2.2 Parameter Kimia

Analisis data hasil pengukuran kualitas air di Sungai Ciliwung berdasarkan parameter kimia. Berikut ini merupakan hasil pengukuran parameter pH, dissolved oxygen, nitrat, total fosfat, biological oxygen demand, dan chemical oxygen demand.

##### a. *potential of Hydrogen (pH)*



Gambar 15. Grafik Pengukuran pH

Hasil pada grafik di atas merupakan nilai pengukuran pH pada seluruh titik.

Didapatkan kisaran nilai pH sebesar 6,21 – 8,36. Nilai yang diperoleh masih berada dalam batas baku mutu derajat keasaman (pH) kelas II berdasarkan PP No.22 Tahun 2021 sebesar 6-9. pH menjadi salah satu faktor penting di perairan karena nilai pH dapat menentukan sifat air menjadi basa atau asam. Sifat tersebut akan berpengaruh pada kehidupan organisme di dalam perairan.

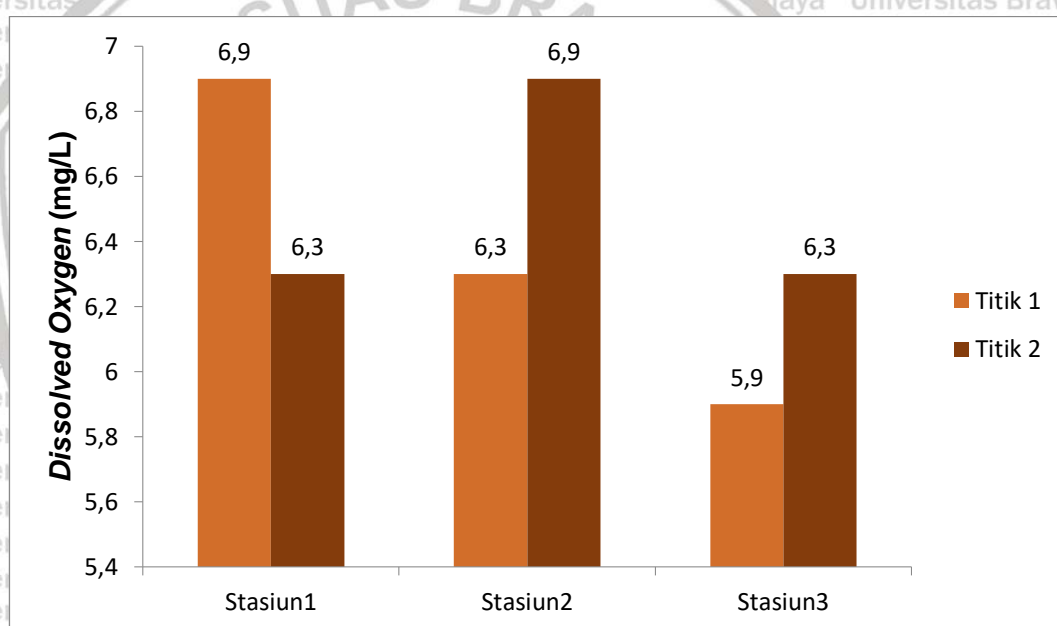
Nilai pH di titik 1 S1 mendapatkan nilai pH yang paling tinggi diantara seluruh titik yaitu sebesar 8.36. Saat pengambilan sampel di titik 1 S1 cuaca cerah sehingga memungkinkan terjadi aktivitas fotosintesis oleh fitoplankton yang mengambil  $\text{CO}_2$  di dalam perairan. Penyebab ini sejalan dengan Widyaniingsih dan Sa'adah, (2018) bahwa nilai pH di suatu perairan akan meningkat jika  $\text{CO}_2$  dalam air berkurang sedangkan nilai pH akan turun seiring meningkatnya kandungan  $\text{CO}_2$ . Seluruh titik pengamatan di stasiun 2 memiliki nilai pH yang cukup stabil dan masih dalam kisaran pH yang optimal bagi perairan. Pada stasiun 3 terjadi penurunan nilai pH di titik 1 S3 yang mendapatkan nilai sebesar 7,3 dan merupakan nilai pH yang terendah. Tinggi rendahnya nilai pH dipengaruhi oleh jumlah bahan organik berasal dari limbah aktivitas penduduk yang dibawa oleh aliran sungai. Bahan organik tersebut akan dipecah oleh mikroorganisme dengan bantuan oksigen terlarut, sehingga kadar  $\text{CO}_2$  akan meningkat dan menyebabkan pH rendah. Selain itu, proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme membutuhkan banyak oksigen terlarut yang menyebabkan kadar  $\text{CO}_2$  juga meningkat. Meskipun begitu seluruh titik pada penelitian ini masih memiliki nilai pH yang netral.

Perubahan nilai pH menjadi asam maupun basa akan berpengaruh terhadap kehidupan organisme akuatik. Sebagian besar makhluk hidup di dalam perairan menyukai perairan dengan pH 7 – 7.5. Jika terjadi penurunan nilai pH dapat menurunkan keanekaragaman plankton dan mikroobenthos. Selain itu, pH



mempengaruhi proses metabolisme organisme akuatik, proses biokimiawi perairan, dan tingkat toksisitas senyawa kimia (Djoharam, et al. (2018). Nilai kisaran pH yang didapat pada penelitian ini sejalan dengan penelitian Aksari, et al. (2015), mengenai analisis parameter pH Sungai Ciliwung di tiga lokasi yaitu Kota Bogor (hulu), Kota Depok (tengah), dan Kota Jakarta (hilir) pada musim penghujan mendapatkan nilai secara berurut 7.48, 7.00, dan 6.80. Pada musim kemarau mendapatkan nilai secara berurut sebesar 7.25, 7.25, dan 6.17. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin menuju hilir nilai pH semakin rendah dan nilai alkalinitas semakin tinggi.

#### b. Dissolved Oxygen (DO)



**Gambar 16.** Grafik Pengukuran Dissolved Oxygen

Hasil pengukuran oksigen terlarut (DO) pada penelitian ini dapat dilihat pada grafik diatas. Kisaran hasil pengukuran DO adalah sebesar 5.9 – 6.9 mg/L. Berdasarkan batas baku mutu oksigen terlarut (DO) PP No.22 Tahun 2021 untuk air sungai hasil pada penelitian ini sudah melebihi batas minimum DO yaitu 4 mg/L. Oksigen terlarut memiliki peran dalam proses oksidasi dan reduksi bahan organik serta bahan anorganik yang terdapat didalam perairan, oleh sebab itu

kadar oksigen terlarut dapat berfungsi untuk mengindikasikan kualitas suatu perairan (Lusiana, *et al.* 2020).

Penurunan nilai oksigen terlarut terjadi di stasiun 1 pada titik 1 menuju titik 2. Nilai konsentrasi oksigen yang menurun ini sejalan dengan peningkatan suhu yang terjadi di titik 2 S1. Pendapat tersebut sesuai dengan Haerunnisa (2014)

dimana peningkatan suhu akan mengakibatkan terjadinya penurunan oksigen terlarut. Hal tersebut berkaitan dengan kelarutan oksigen terlarut berbanding terbalik dengan suhu. Menuju stasiun 2 telah terjadi peningkatan nilai oksigen terlarut (DO) di titik 2 S2 yang mendapat nilai 6.9 mg/L. Tingginya kadar oksigen

terlarut dapat disebabkan oleh optimalnya proses fotosintesis hal ini sesuai dengan waktu pengambilan sampel yang dilaksanakan pada waktu siang hari sehingga sinar matahari digunakan fitoplankton melakukan fotosintesis yang menghasilkan oksigen. Menuju stasiun 3 terjadi penurunan kadar oksigen terlarut di titik 1 S3 yang mendapatkan nilai oksigen terlarut terendah sebesar 5.9 mg/L.

Rendahnya kadar oksigen pada titik ini dapat terjadi akibat substrat perairan berupa pasir dan terdapat aktivitas galian pasir sehingga saat terjadi pergerakan air substrat akan menuju permukaan air menyebabkan permukaan perairan menjadi keruh. Kekeruhan ini akan mempengaruhi sebaran kadar oksigen terlarut di

perairan. Selain itu, kadar DO dapat menurun akibat meningkatnya bahan organik yang berasal dari limbah domestik akibat aktivitas pemukiman warga yang masuk ke badan air. Hal ini sependapat dengan Yulista (2020), dimana bahan organik tersebut melakukan proses dekomposisi yang membutuhkan banyak oksigen

sehingga menurunkan kadar oksigen terlarut dalam air sungai. Proses oksidasi aerobik yang berasal dari bahan karbon organik di dalam perairan menggunakan oksigen terlarut yang paling besar di dalam air sungai. Faktor lain yang dapat mempengaruhi kadar oksigen terlarut di perairan berdasarkan penelitian Sidabutar, *et al.* (2019) adalah penurunan kadar oksigen terlarut di

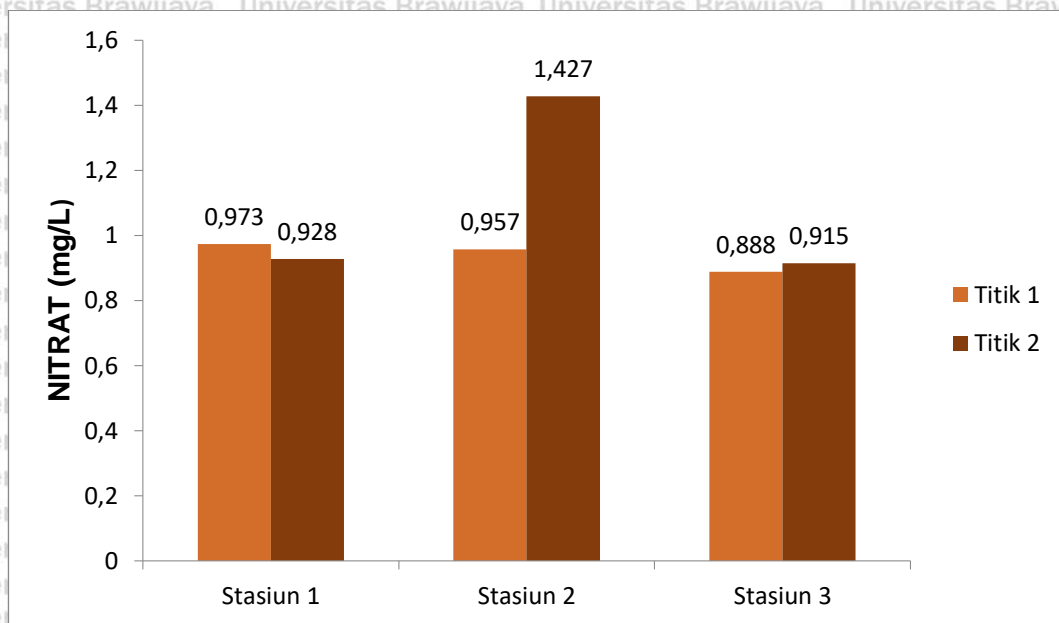


perairan dapat disebabkan oleh mikroorganisme yang memanfaatkan kadar oksigen untuk mengurai zat organik menjadi zat anorganik, penggunaan oksigen terlarut untuk proses respirasi oleh biota perairan, dan proses fotosintesis.

Menuju titik 2 S3 nilai oksigen terlarut kembali mengalami peningkatan. Dari hasil yang didapatkan nilai konsentrasi oksigen terlarut pada penelitian ini masih berada di atas batas baku mutu air, dimana oksigen ini masih bisa dimanfaatkan oleh organisme perairan dengan baik.

Nilai konsentrasi oksigen terlarut yang berbeda di suatu perairan disebabkan oleh beberapa faktor, seperti masuknya limbah ke badan sungai yang akan mempengaruhi aktivitas metabolisme perairan oleh organisme air, proses fotosintesis oleh fitoplankton, serta difusi dari atmosfer. Berdasarkan penelitian Rahmatia, et al. (2020), nilai rata-rata oksigen terlarut di Sungai Ciliwung di titik Jembatan Gadog hingga Teluk Gong berkisar antara 2,56 – 14,15 mg/L. Pada titik Katulampa nilai kadar oksigen sebesar 9.08 mg/L. Kadar oksigen terlarut tertinggi didapatkan di daerah kelapa dua hal dengan nilai sebesar 14,15 mg/L ini disebabkan oleh aliran arus yang lebih deras dibandingkan titik yang lain. Aliran arus mempengaruhi kecepatan difusi oksigen dari udara.

### c. Ntrat



**Gambar 17.** Grafik Pengukuran Nitrat

Nilai hasil pengukuran nitrat Sungai Ciliwung berkisar antara 0,888 mg/L – 1,427 mg/L. Berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021 tentang baku mutu air sungai yang diperbolehkan untuk kelas II sebesar 10 mg/L hasil konsentrasi nitrat masih berada di bawah baku mutu tersebut. Hal ini dapat dipengaruhi karena imbah dari aktivitas pertanian, aktivitas masyarakat, dan kegiatan industri yang mengandung nitrat di sepanjang aliran sungai sedikit sehingga konsentrasi nitrat di perairan tidak terlalu tinggi.

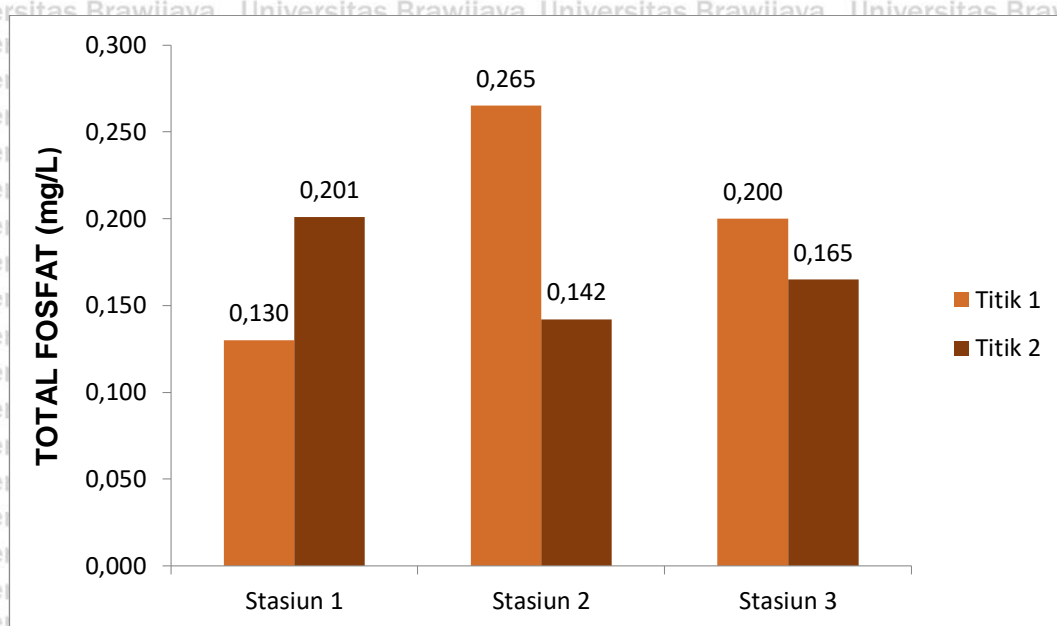
Pada stasiun 1 terjadi penurunan nilai konsentrasi nitrat hal ini terjadi karena pada titik 2 S1 sempadan aliran sungai jauh dari pemukiman masyarakat sehingga masuknya limbah domestik dari aktivitas rumah tangga yang merupakan salah satu sumber nitrat di perairan. Berbanding terbalik dengan stasiun sebelumnya, pada stasiun 2 terjadi peningkatan konsentrasi nitrat khususnya di titik 2 yang mendapatkan perolehan hasil nitrat yang paling tinggi sebesar 1,427 mg/L dibandingkan seluruh titik sampel. Pada lokasi stasiun 2 sempadan aliran sungai



merupakan pemukiman masyarakat yang padat sehingga aktivitas manusia di sekitar sungai tinggi. Semakin dekat aliran sungai dengan tempat pembuangan limbah maka nilai nitrat akan semakin tinggi pula. Hal ini sesuai dengan pernyataan Rigitta, *et al.* (2015) dimana nilai konsentrasi nitrat yang tinggi berkaitan dengan letak daerah yang dekat dengan sumber nitrat. Sedangkan daerah yang semakin jauh dengan limpasan sumber nitrat akan memiliki nilai konsentrasi nitrat yang rendah. Stasiun 3 mendapatkan nilai konsentrasi nitrat yang paling rendah dibandingkan stasiun yang lain, terutama pada titik 1 S3 yang mendapatkan nilai konsentrasi sebesar 0,888 mg/L. Rendahnya nilai konsentrasi nitrat berhubungan dengan sedikitnya aktivitas manusia disepanjang aliran sungai ini sehingga masuknya limbah yang merupakan salah satu sumber nitrat diperairan ke badan perairan semakin berkurang.

Hasil konsentrasi nitrat di Sungai Ciliwung berdasarkan penelitian Patricia, *et al.* (2018) melaporkan bahwa nilai konsentrasi nitrat pada hulu Sungai Ciliwung di Masjid Atta'awun Cisarua hingga hilir sungai di Hailai Ancol memiliki rata-rata nilai sebesar 2,28 mg/L – 5,66 mg/L. Sumber pencemar yang menjadi potensi dominan nilai nitrat di sungai dari setiap titik adalah limbah domestik. Nitrat adalah bentuk nitrogen utama di perairan yang berasal dari amonium yang masuk melalui limbah. Limbah domestik, limbah pertanian, limbah industri, dan kotoran/tinja merupakan sumber utama nitrat di perairan. Rao, *et al.* (2017) mengatakan konsentrasi nitrat di perairan dipengaruhi oleh perubahan iklim dan disertai dengan perubahan suhu, perubahan kuantitas dan curah hujan, serta peningkatan konsentrasi CO<sub>2</sub> di atmosfer yang akan mempengaruhi sumber nitrat melalui perubahan produktivitas biomassa.

#### d. Total Fosfat



**Gambar 18.** Grafik Pengukuran Total Fosfat

Hasil pengukuran konsentrasi total fosfat pada setiap titik dapat dilihat pada grafik di atas dengan kisaran nilai sebesar 0,130 mg/L – 0,265 mg/L. Dari hasil tersebut diperoleh nilai yang melebihi batas baku mutu total fosfat berdasarkan PP No. 22 tahun 2021 kelas II sebesar 0,2 mg/L. Peningkatan konsentrasi fosfat sepanjang aliran sungai berasal dari aktivitas di pemukiman masyarakat yang memungkinkan masuknya limbah domestik dalam bentuk fosfat. Sumber utama fosfat bersal dari pelapukan batuan, sisa detergen, serta hasil degradasi bahan organik (Putri *et al.*, 2019).

Konsentasi total fosat pada stasiun 1 mengalami peningkatan yang dapat disebabkan oleh limpasan aliran yang mengandung limbah domestik sehingga terakumulasi pada titik 2 S1. Peningkatan total fosfat terus terjadi hingga titik 1 S2 yang merupakan titik konsentrasi total fosfat tertinggi dengan nilai 0,265 mg/L.

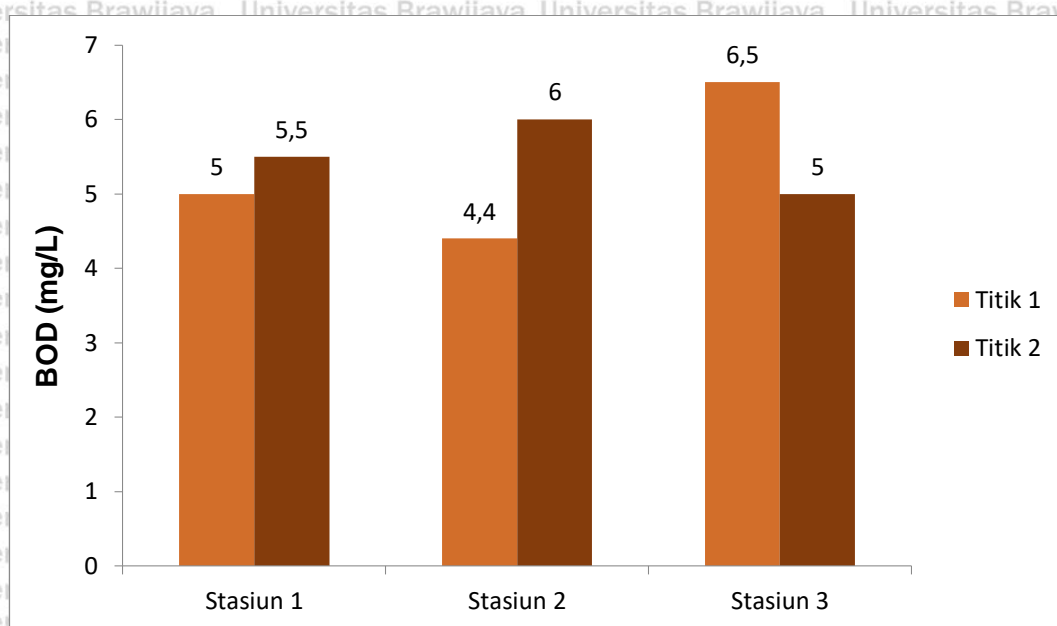
Pada titik lokasi ini limbah domestik yang mengandung detergen masuk ke perairan karena pada sekitar sempadan sungai merupakan pemukiman warga



dan MCK yang sebagian besar membuang aliran sisa air yang digunakan langsung ke permukaan sungai. Penyebab ini didukung oleh Artiyani dan Firmansyah (2016), dimana fosfat digunakan sebagai bahan baku bubuk detergent. Limbah detergent yang bercampur dengan air akan dapat menurunkan kualitas perairan. Selain itu, perairan yang tercemar oleh detergent sangat tidak baik bagi kesehatan. Penurunan konsentrasi total fosfat terjadi pada titik 2 S2 dan pada stasiun 3. Hal ini dapat dipengaruhi oleh aktivitas fitoplankton yang menggunakan fosfat sebagai zat hara untuk proses fotosintesis.

Hasil penelitian Sutarnihardja, et al. (2018), diperoleh rata-rata hasil pengukuran fosfat di Sungai Ciliwung pada tahun 2017 di daerah Katulampa sebesar 0,289 mg/L, Pasar Bogor sebesar 0,385 mg/L, dan Warung Jambu sebesar 0,405 mg/L. Tingginya nilai konsentrasi fosfat disebabkan karena tingginya difusi fosfat yang berasal dari sedimen dan peningkatan pencemaran di sepanjang aliran sungai. Dapat dikatakan bahwa aliran sungai sepanjang titik Katulampa hingga Warung Jambu berada dalam tingkat perairan yang subur dan terindikasi dalam kondisi eutrofikasi. Berdasarkan data penelitian ini dengan data pelengkap dari di atas dapat diketahui bahwa peningkatan nilai fosfat yang melebihi batas baku mutu kelas II ini disebabkan oleh masuknya sumber-sumber fosfat seperti limbah ke dalam perairan.

### e. Biological Oxygen Demand (BOD)



**Gambar 19.** Grafik Pengukuran BOD

Hasil pengukuran parameter Biological Oxygen Demand (BOD) pada stasiun 1 hingga stasiun 3 berkisar antara 4,4 – 6,5 mg/L. Seluruh hasil pengukuran BOD telah melebihi batas baku mutu kelas II berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021 sebesar 3 mg/L. Tingginya nilai BOD yang diperoleh dapat mengindikasikan terjadinya pencemaran pada suatu perairan.

Nilai konsentrasi BOD telah meningkat pada stasiun 1 dan stasiun 2. Peningkatan ini terjadi bersamaan dengan masuknya limbah ke perairan. Pada titik 2 S1 peningkatan nilai konsentrasi BOD ini dapat disebabkan oleh masuknya berbagai jenis limbah ke dalam perairan terbawa mengikuti aliran arus hingga sampai di titik ini serta melambatnya arus sungai yang dapat mengakibatkan sungai menjadi sulit untuk melakukan degradasi sehingga menyebabkan terjadinya peningkatan nilai BOD. Pada stasiun 2 terjadi peningkatan nilai BOD pada titik 2 dengan nilai sebesar 6 mg/L. Hal ini berhubungan dengan lingkungan sepanjang titik 1 dan titik 2 merupakan wilayah padat penduduk sehingga banyak

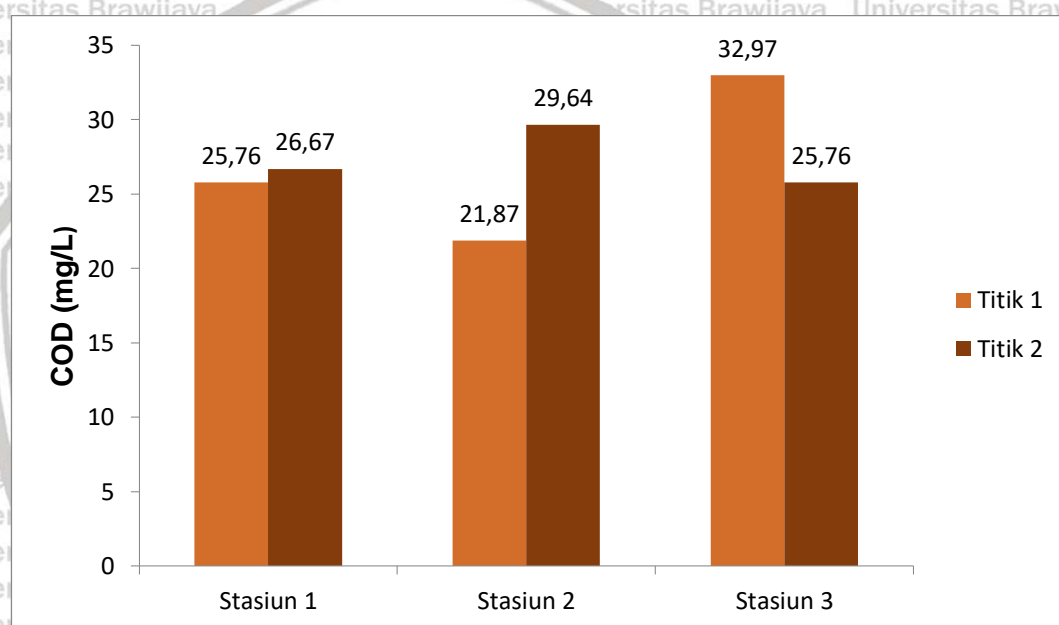


masukannya limbah domestik yang berasal dari aktivitas warga dan limbah dari MCK yang mengandung bahan pencemar organik. Berbeda dengan stasiun sebelumnya pada stasiun ini terjadi penurunan nilai konsentrasi BOD. Pada titik 1 S3 mendapatkan nilai konsentrasi BOD tertinggi dibandingkan dengan titik lain yaitu sebesar 6.5 mg/L sedangkan titik 2 S3 bersama dengan titik 1 S2 mendapatkan nilai yang rendah sebesar 5 mg/L. Tingginya konsentrasi BOD pada titik 1 S3 menunjukkan bahwa pada wilayah ini telah menerima limbah dari berbagai kegiatan di sekitar sungai, seperti pemukiman padat penduduk dan limbah industri UMKM yang langsung di buang ke sungai tanpa dilakukan pengolahan dengan baik. Peningkatan nilai BOD ini berbanding terbalik dengan konsentrasi DO di titik ini yang mendapatkan nilai rendah. Hal ini sependapat dengan Putri, *et al.* (2019), bahwa semakin tinggi nilai BOD akan menurunkan nilai konsentrasi oksigen terlarut (DO) di suatu perairan karena mikroorganisme memanfaatkan DO untuk merombak bahan pencemar yang masuk ke badan air. Penurunan konsentrasi BOD seperti yang terjadi pada titik 2 S3 dapat disebabkan oleh menurunnya masukan limbah ke dalam perairan.

Pengujian BOD dilakukan untuk menduga kemampuan suatu perairan untuk mendegradasi bahan organik yang mudah terurai yang masuk ke perairan dalam kondisi aerobik. Hasil nilai konsentrasi BOD yang diperoleh akan menunjukkan suatu perairan tersebut apakah memiliki kemampuan secara alami untuk mendegradasi bahan organik di dalamnya. Jika suatu perairan memiliki nilai konsentrasi BOD yang tinggi maka kemampuan suatu perairan untuk melakukan kemampuan *self purification* rendah sedangkan jika nilai konsentrasi rendah menandakan bahwa perairan tersebut memiliki kemampuan *self purification* yang baik. Pada penelitian ini nilai konsentrasi BOD Sungai Ciliwung di Kota Bogor telah melebihi batas baku mutu dan mengindikasikan terjadinya pencemaran. Hal ini sejalan berdasarkan penelitian Sara, *et al.* (2018), yang melaporkan bahwa

hasil pengukuran nilai konsentrasi BOD pada bagian hulu Sungai Ciliwung di Masjid Atta'awun Cisarua hingga hilir sungai di Hailai Ancol berkisar antara 2,06 mg/L – 49,66 mg/L. Dari hasil konsentrasi BOD yang tinggi menunjukkan bahwa pencemar dominan adalah limbah organik yang berasal dari pemukiman penduduk. Berdasarkan penelitian dan sumber data pelengkap dapat diketahui bahwa nilai konsentrasi BOD di Sungai Ciliwung telah melebihi batas baku mutu dan menandakan bahwa telah terjadi masukan bahan pencemar yang tinggi.

#### f. Chemical Oxygen Demand



**Gambar 20.** Grafik Pengukuran COD

Nilai pengukuran konsentrasi COD berkisar antara 21.87 mg/L – 32.97 mg/L dengan perbedaan nilai yang dapat dilihat pada grafik di atas. Hampir seluruh titik ini telah melewati batas baku mutu perairan kelas II sebesar 25 mg/L berdasarkan PP No.22 Tahun 2021 kecuali pada titik 1 S2 yang mendapatkan nilai konsentrasi sebesar 21.87 mg/L. Parameter COD dan BOD dapat dijadikan sebagai penduga adanya pencemaran di suatu perairan, sehingga tingginya nilai



konsentrasi COD mengindikasikan adanya suatu pencemaran akibat aktivitas tertentu.

Berdasarkan hasil pengukuran konsentrasi COD pada setiap stasiun, terjadi peningkatan konsentrasi pada stasiun 1 dan stasiun 3. Peningkatan konsentrasi COD ini berbanding lurus dengan terjadinya peningkatan konsentrasi BOD.

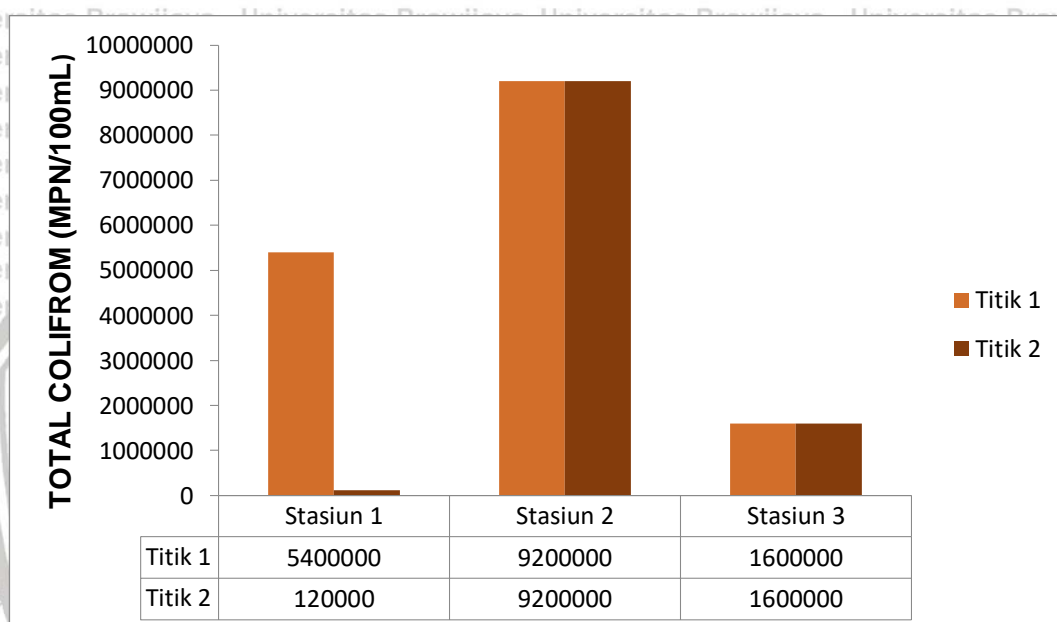
Hal ini disebabkan karena masuknya limbah ke perairan sepanjang aliran sungai yang terakumulasi pada titik-titik tersebut. Khususnya pada titik 2 S3 yang merupakan wilayah pemukiman padat akan memberikan masukan bahan organik yang berasal dari aktivitas manusia. Nilai konsentrasi COD tertinggi didapat oleh titik 1 S3 sebesar 32.97 mg/L nilai yang didapatkan ini juga berbanding lurus dengan tingginya nilai konsentrasi BOD pada titik ini. Tingginya nilai COD pada titik ini menandakan bahwa pencemaran semakin besar terjadi. Peningkatan konsentrasi COD di titik ini disebabkan oleh pembuangan limbah dari pemukiman penduduk dan limbah bawaan dari industri UMKM.

Pengukuran nilai COD dilakukan untuk mengetahui jumlah total organik yang terkandung dalam perairan dan merupakan bahan organik yang mudah maupun sulit di urai. Selisih antara nilai konsentrasi COD dan BOD akan menggambarkan besaran bahan organik yang sulit di urai di perairan. Oleh sebab itu, nilai konsentrasi BOD tidak akan lebih besar dari COD. Hal tersebut sejalan dengan pernyataan Putra dan Yulis (2019) bahwa nilai COD menggambarkan seluruh jumlah total organik. Oleh sebab itu, konsentrasi COD lebih besar dibandingkan BOD karena jumlah bahan organik yang dapat dioksidasi secara kimiawi lebih besar daripada biologis. Dari hasil penelitian menunjukkan nilai COD yang lebih tinggi dari BOD. Meskipun begitu nilai COD telah melebihi batas baku mutu. Hasil penelitian yang didapat sejalan berdasarkan penelitian Putri, et al. (2018) melaporkan bahwa hasil pengukuran parameter COD di Sungai Cilwung di sebagian titik Kota Bogor telah melebihi batas baku mutu yang ditetapkan.

kan. Kisaran nilai konsentrasi COD yang diperoleh adalah sebesar 25,60 – 49,6 mg/L. Tingginya nilai konsentrasi pada wilayah ini akibat dari air limbah rumah tangga yang dibuang langsung ke perairan.

#### 4.2.3 Parameter Biologi

##### a. Total Coliform



**Gambar 21.** Grafik Pengukuran Total Coliform

Hasil pengukuran parameter total coliform mendapatkan kisaran sebesar 120000 MPN/100 mL – 9200000 MPN/100 mL. Nilai tersebut sudah sangat melebihi batas baku mutu total coliform berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021 yaitu sebesar 5000 MPN/100 mL. Kandungan bakteri coliform pada jumlah yang rendah maupun tinggi di suatu perairan berbanding lurus dengan tingkat pencemaran. Semakin tinggi kandungan bakteri coliform di perairan dapat menandakan bahwa perairan tersebut telah tercemar.

Nilai total coliform pada titik 2 S1 mengalami penurunan yang sangat signifikan memperoleh nilai sebesar 120000 MPN/100 mL sehingga dapat dikatakan



bahwa titik ini mendapat nilai total coliform yang paling rendah diantara seluruh titik. Titik 2 S1 merupakan wilayah yang bukan merupakan pemukiman padat penduduk sehingga masukan bakteri yang berasal dari limbah domestik hasil aktivitas masyarakat termasuk limbah MCK berkurang. Pada stasiun 2 terjadi lonjakan nilai total coliform yang sangat tinggi hal ini berhubungan dengan wilayah stasiun 2 yang merupakan wilayah padat penduduk. Banyaknya MCK dan pemanfaatan sungai sebagai tempat penyaluran akhir tinja membuat perairan memiliki jumlah pencemaran akibat tinja tinggi. Laporan *Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah Kota Bogor* (DLH Kota Bogor, 2019) menunjukkan bahwa kondisi sanitasi permukiman di Kota Bogor yang masih membuang limbah tinja manusia ke sungai, kolam, kebun, got, maupun lobang galian mencapai 29.41%. Hal tersebut menyatakan bahwa kebiasaan buang air besar sembarangan di Kota Bogor masih sering terjadi. Pembuangan tinja sembarangan ini akan menyebabkan sungai tercemar kotoran manusia yang mengandung bakteri pathogen seperti coliform, dan akan memberi dampak terhadap kesehatan manusia. Memasuki wilayah stasiun 3 seiring dengan jauhnya sempadan sungai dari pemukiman masyarakat terjadi penurunan nilai total coliform. Perbedaan jumlah coliform yang diperoleh dapat dipengaruhi faktor arus air karena bakteri akan mengikuti arah arus sehingga hal ini bisa menyebabkan adanya perbedaan total coliform di perairan, ketinggian air sungai dan tingkat kecerahan maupun kekeruhan perairan. Selain itu faktor lingkungan seperti kondisi titik pengambilan sampel, topografi, dan beban pencemar juga mempengaruhi jumlah total coliform.

Saat ini fungsi sungai sudah mulai berganti sebagai tempat pembuangan limbah domestik oleh warga sekitar sehingga menyebabkan terjadinya pencemaran air. Sungai yang tercemar mengandung bakteri patogen yang berbahaya karena dapat menularkan penyakit. Salah satu bakteri yang terdapat pada perairan

yang tercemar adalah coliform. Hasil penelitian Ramdhan, et al. (2019) melaporkan bahwa hasil pengukuran total coliform di Sungai Ciliwung Kota Bogor pada 5 mendapatkan kisaran total sebesar 1100 MPN/100 mL – 9000 MPN/100 mL. Nilai ini sudah ada yang melebihi ambang batas total coliform terutama di daerah pemukiman Bbk. Perumnas Tajur. Tingginya nilai total coliform yang diperoleh ini menunjukkan bahwa tingkat sanitasi yang masih rendah.

#### 4.3 Analisis Tingkat Pencemaran

Hasil pengukuran kualitas air untuk menentukan status mutu air Sungai Ciliwung dilakukan menggunakan metode Indeks Pencemaran (IP). Dari hasil pengukuran kualitas air yang telah didapatkan, dilakukan perhitungan untuk menentukan status mutu air menggunakan IP dan dibandingkan dengan baku mutu air kelas II menggunakan acuan PP No. 22 Tahun 2021. Pemilihan baku mutu kelas II berdasarkan dengan pemanfaatan Sungai Ciliwung sebagai tempat wisata/rekreasi air, pembudidayaan ikan, kegiatan peternakan, mengairi tanaman, serta peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air sama. Hasil perhitungan Indeks Pencemaran (IP) pada setiap stasiun dapat dilihat di **Lampiran 4**. Analisa hasil perhitungan metode Indeks Pencemaran (IP) pada setiap stasiun dapat dilihat pada penjelasan berikut ini.



#### 4.3.1 Stasiun 1

Hasil perhitungan metode Indeks Pencemaran (IP) dan status mutu air pada stasiun 1 di titik 1 dan titik 2 dapat dilihat pada tabel di bawah.

**Tabel 5.** Hasil Pehitungan Indeks Pencemaran (IP) Stasiun 1

STASIUN 1					
TITIK	(Ci/Li) <sub>R</sub>	(Ci/Li) <sub>M</sub>	Nilai IP	Rentang Nilai	Keterangan
Titik 1	2,531179591	16,16711878	8,18203214	5 < 10	Tercemar Sedang
Titik 2	1,641125806	7,901056209	4,034847678	1 < 5	Tercemar Ringan

Hasil dari perhitungan IP menunjukkan pada stasiun 1 Sungai Ciliwung pada titik 1 berstatus tercemar sedang dan titik 2 berstatus tercemar ringan. Nilai IP yang didapatkan pada stasiun 1 ini menurun pada titik 1 menuju titik 2. Skor IP yang didapatkan pada stasiun 1 sebesar 8,18203214. Pada titik 1 S1 ini terdapat beberapa parameter yang telah melebihi batas baku mutu air kelas II berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021 antara lain parameter BOD, COD, dan total coliform. Tingginya nilai parameter ini didasari oleh adanya masukan buangan limbah domestik yang berasal dari rumah tangga dimana pada titik 1 ini disekitar pinggiran sungai terdapat rumah warga. Pada titik ini juga terdapat masukan aliran anak sungai, tempat pemotongan ayam, dan pabrik UMKM yang kemungkinan mempengaruhi nilai parameter tersebut. Selain itu, titik ini merupakan perbatasan hulu sungai Kota Bogor dengan Kabupaten Bogor yang aliran sungai ini telah mengalir dari hulu melewati berbagai aktivitas seperti perkebunan, tempat makan, tempat rekreasi, villa, dan pemukiman warga.

Menuju titik 2 terjadi penurunan skor IP dengan nilai sebesar 4,034847678. Pada titik 2 S1 ini terdapat parameter yang telah melebihi batas baku mutu kelas

Il yaitu parameter total fosfat, BOD, COD, dan total coliform. Nilai total coliform yang didapatkan di stasiun ini lebih rendah dibandingkan dengan titik 1 karena di titik ini aliran sungai cukup jauh dari pemukiman masyarakat. Hal tersebut sesuai dengan sumber total coliform yang terdapat di perairan berasal dari tinja. Penyebab ini didukung pendapat Anisafitri, *et al.* (2020) bahwa lokasi aliran sungai yang dipadati oleh pemukiman penduduk, jarak antara pembuangan limbah dan sungai berdekatan, membuang urin dan feses langsung ke sungai akan menyebabkan pencemaran bakteri coliform tinggi. Di titik ini juga nilai total fosfat yang didapatkan telah melebihi batas baku mutu. Total fosfat yang tinggi di suatu perairan berhubungan dengan kadar bahan organik di perairan juga tinggi. Kesuburan suatu perairan dapat ditentukan dengan keberadaan total fosfat di perairan sebagai penunjang pertumbuhan tumbuhan perairan. Tingkatan kesuburan perairan berdasarkan kadar fosfat terbagi menjadi kesuburan rendah (0-0,02 mg/L), kesuburan sedang (0,02-0,05 mg/L), kesuburan tinggi (0,05-1 mg/L) (Hakim, *et al.* 2016). Berdasarkan tingkatan kesuburan perairan, pada titik ini mendapat kesuburan tinggi karena mendapat nilai total fosfat sebesar 0,201 mg/L.



#### 4.3.2 Stasiun 2

**Tabel 6.** Hasil Pehitungan Indeks Pencemaran (IP) Stasiun 2

STASIUN 2					
TITIK	(Ci/Lij) <sub>R</sub>	(Ci/Lij) <sub>M</sub>	Nilai IP	Rentang Nilai	Keterangan
Titik 1	2,674090646	17,32408912	8,764628124	5 < 10	Tercemar Sedang
Titik 2	2,668300067	17,32408912	12,394432	> 10	Tercemar Berat

Berdasarkan hasil perhitungan Indeks Pencemaran (IP) pada titik 1 S2 menunjukkan perairan yang termasuk kategori tercemar sedang dengan skor IP sebesar 8,764628124. Untuk parameter yang telah melebihi batas baku mutu kelas II di titik ini adalah total fosfat, BOD, dan *total coliform*. Salah satu penyebab yang mengakibatkan terjadinya pencemaran adalah masuknya limbah domestik yang berasal dari rumah tangga. Sepanjang aliran sungai ini terdapat pemukiman penduduk yang padat, sehingga dapat diduga adanya pembuangan limbah langsung ke badan sungai. Pada titik ini juga secara khusus terdapat MCK yang air sisa dan kotorannya terbuang langsung ke sungai. Selain itu, banyak orang yang membuang feses di sekitar pinggiran sungai yang menyebabkan daerah pada titik ini memiliki bau yang tidak enak. Total fosfat yang tinggi pada titik ini selain banyaknya limbah dari detergent, dapat disebabkan oleh tingginya proses dekomposisi organisme mati di titik ini. Hal ini sejalan dengan Patty, *et al.* (2015) bahwa sumber utama fosfat di perairan berasal dari pelapukan organisme mati seperti hewan ataupun tumbuhan.

Titik 2 S2 mendapatkan skor IP tertinggi yaitu sebesar 12,394432 sehingga menyebabkan titik ini termasuk dalam perairan yang tercemar berat. Berbeda dengan titik sebelumnya, pada titik ini parameter BOD, COD, dan *total coliform* telah melebihi batas baku mutu. Pada stasiun 2 tingkat pencemaran oleh total

coliform lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun lain. Penyebabnya adalah sepanjang aliran sungai merupakan pemukiman masyarakat yang padat dan tingginya aktivitas masyarakat yang menggunakan air sebagai tempat mencuci, mandi, dan buang air besar. Sehingga memungkinkan masuknya limbah ke badan sungai lebih tinggi. Pendapat tersebut sejalan dengan pernyataan Khotimah (2013) bahwa aktivitas manusia yang tinggi serta lokasi pemukiman yang padat dan jarak antara *septic tank* dengan sungai yang berdekatan dapat menyebabkan masuknya limbah domestik seperti feces atau sisa makan ke badan sungai sehingga menyebabkan terjadinya pencemaran bakteri *coliform*. Selain itu, meningkatnya bahan organik akibat limbah domestik yang masuk ke dalam sungai dapat mengakibatkan tingginya konsentrasi BOD, COD, dan total coliform di perairan. Hal ini sesuai berdasarkan penelitian Yudo (2016), yang mengatakan bahwa Sungai Ciliwung merupakan sungai yang banyak melewati wilayah pemukiman penduduk sepanjang aliran sungainya. Bertambahnya pertumbuhan penduduk dan peningkatan daerah pemukiman di sekitar sempadan sungai menyebabkan terjadinya alih fungsi penggunaan lahan Daerah Aliran Sungai (DAS) yang seharusnya menjadi daerah resapan air berganti menjadi pemukiman dan kegiatan industri, sehingga mengakibatkan jumlah limbah yang dibuang langsung ke sungai semakin meningkat dan menyebabkan penurunan kualitas air Sungai Ciliwung bahkan termasuk ke dalam perairan tercemar berat. Pencemaran pada titik ini juga dapat disebabkan oleh terakumulasinya bahan pencemar yang masuk ke badan sungai sepanjang aliran sungai.



### 4.3.3 Stasiun 3

STASIUN 3					
TITIK	(Ci/Li) <sub>R</sub>	(Ci/Li) <sub>M</sub>	Nilai IP	Rentang Nilai	Keterangan
Titik 1	2,272949772	13,52574989	6,857700248	5 < 10	Tercemar Sedang
Titik 2	2,104009087	13,52574989	6,84420858	5 < 10	Tercemar Sedang

Data hasil perhitungan Indeks Pencemaran (IP) pada titik 1 S3 mendapat nilai sebesar 6,857700248 dan termasuk dalam kategori perairan yang tercemar sedang. Parameter yang telah melebihi batas baku mutu kelas II di titik ini adalah total fosfat, BOD, COD, dan total coliform. Pada titik ini telah terjadi penurunan nilai IP dibandingkan titik sebelumnya, dari perairan tercemar berat menjadi perairan tercemar sedang. Penurunan tingkat pencemaran ini dapat terjadi oleh adanya *water self purification* atau dapat disebut dengan purifikasi alami suatu perairan. Semakin panjang aliran sungai maka kemampuan sungai untuk melakukan purifikasi alami juga semakin bagus. Jarak antara titik 2 S2 dengan titik 1 S3 yang cukup jauh sekitar 5,3 km dapat membuat proses purifikasi alami sungai berjalan dengan optimal sehingga dapat menurunkan status mutu airnya.

Sesuai dengan pernyataan Zahara, *et al.* (2016), semakin panjang jarak maka proses *self purification* akan semakin optimal. Selain itu aliran sungai ini setelah melewati Kebun Raya Bogor (KRB) yang merupakan kawasan konservasi tumbuhan sehingga aliran sungai dapat terjaga dari masukan limbah domestik maupun industri. Setelah melalui kawasan KRB ini pun sempadan sungai tidak terlalu dekat dengan pemukiman masyarakat walaupun aliran sungai masih melewati kawasan pertokoan, pasar, pemukiman, dan kegiatan industri UMKM. Meskipun begitu di titik ini juga terdapat aktivitas yang dapat menurunkan kualitas perairan

antara lain aktivitas galian pasir dan batu, outlet pembuangan PDAM, serta pemukiman masyarakat. Penurunan kualitas perairan akibat galian pasir ini sependapat dengan penelitian Rizqan, *et al.* (2016) yang melaporkan bahwa wilayah perairan yang mendekati lokasi penambangan pasir mengalami penurunan kualitas air karena adanya pengaruh dari air buangan dari penambangan pasir. Nilai pH yang didapat juga lebih rendah karena peningkatan zat terlarut yang bersifat asam seperti  $\text{SiO}_2$  dan fosfat hasil dari kegiatan penambangan pasir. Hal ini juga sejalan dengan nilai pH yang didapatkan pada titik ini cukup rendah.

Titik 2 S3 yang merupakan titik terakhir pada penelitian dan merupakan titik perbatasan antara Kota Bogor dengan Kabupaten Bogor mendapat nilai IP sebesar 6,84420858 dan termasuk dalam kategori tercemar sedang. Sama dengan titik sebelumnya yang mendapat parameter melebihi batas baku mutu berupa BOD, COD, dan *total coliform* sebagian besar bahan pencemar yang masuk ke dalam perairan berasal dari limbah domestik yang mengandung bahan organik tinggi.





## BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data hasil penelitian mengenai analisis kualitas air Sungai Ciliwung dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Pemantauan kualitas air Sungai Ciliwung menggunakan tiga parameter yaitu parameter fisika, kimia, dan biologi dilaksanakan pada bulan Maret-berlokasi di 3 stasiun dengan jumlah titik pengambilan sampel sebanyak 6 titik berdasarkan daerah yang mewakili sumber potensi pencemar. Berdasarkan hasil pengukuran parameter kualitas air pada setiap titik masih terdapat beberapa parameter yang telah melebihi baku mutu air kelas II PP No. 22 Tahun 2021 yaitu total fosfat, BOD, COD, dan total coliform. Terjadinya perbedaan kualitas air ini berdasarkan besaran bahan pencemar yang masuk ke badan sungai seperti masukan limbah domestik dari rumah tangga.
- Status mutu air Sungai Ciliwung di Kota Bogor berdasarkan hasil perhitungan metode Indeks Pencemar (IP) di stasiun 1 pada titik 1 termasuk perairan tercemar sedang dengan nilai perhitungan sebesar 8,18 sedangkan titik 2 mendapat nilai sebesar 4,03 termasuk kategori perairan tercemar ringan, terjadinya penurunan status pencemaran disebabkan oleh menurunnya nilai total coliform di titik 2 S2 yang jauh dari aktivitas manusia. Untuk stasiun 2 di titik 1 mendapat nilai sebesar 8,76 termasuk perairan tercemar sedang dan titik 2 yang mendapat hasil perhitungan tertinggi termasuk dalam perairan tercemar berat dengan nilai yang diperoleh sebesar 12,39. Terjadinya peningkatan status pencemaran di stasiun 2 sejalan dengan meningkatnya bahan pencemar yang masuk ka-

rena wilayah ini masuk dalam kawasan pemukiman padat, selain itu berdasarkan hasil perhitungan stasiun ini mendapatkan nilai total coliform yang tertinggi. Sedangkan untuk stasiun 3 pada titik 1 mendapat nilai 6,85 dan titik 2 mendapat nilai 6,84 kedua titik ini termasuk dalam kategori perairan tercemar sedang.

## 5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan adalah perlu adanya bentuk pengelolaan air sungai untuk mengurangi pencemaran yang ada. Tingginya bahan pencemar yang masuk oleh adanya limbah domestik sangat mempengaruhi kondisi kualitas air sepanjang aliran sungai. Oleh sebab itu, pada daerah sekitar hulu Sungai Ciliwung harus diadakan pembersihan badan air dengan pengurangan masuknya limbah dari rumah tangga, buangan rumah makan, villa maupun hotel. Untuk daerah yang dilalui aliran sungai di Kota Bogor perlu dilakukan edukasi terhadap masyarakat sekitar sungai untuk tidak membuang limbah rumah tangga ke badan sungai. Selain itu perlu ada penambahan kepemilikan tempat pembuangan tinja pribadi agar pembuangan tinja ke sungai berkurang. Pada wilayah sempadan sungai pun harus dilakukan pembebasan lahan dari bangunan dan dilakukan penghijauan. Selain itu wajib diadakannya monitoring kualitas air sungai minimal 2 kali/tahun untuk mengetahui kondisi air Sungai Ciliwung serta beban pencemar yang ada didalamnya.



## DAFTAR PUSTAKA

Adack, J. (2013). Dampak pencemaran limbah pabrik tahu terhadap lingkungan hidup. *Lex Administratum*. 1(3), 78 – 87.

Adrianto, R. (2018). Pemantauan jumlah bakteri coliform di perairan sungai Provinsi Lampung. *Majalah Tegi*. 10(1), 1 – 6.

Adriyani, R. (2016). Usaha pengendalian pencemaran lingkungan akibat penggunaan pestisida pertanian. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 3(1), 95 – 106.

Ahmad, I. I., & Simatupang, J. A. H. Pemantauan Tinggi Air Otomatis Untuk Bendungan Katulampa. *Jurnal Teknik Komputer*. 20(2), 93-10

Aksari, Y. D., Perwitasari, D., & Butet, N. A. (2015). Kandungan logam berat (Cd, Hg, dan Pb) pada ikan sapu-sapu, *Pterygoplichthys pardalis* (Castelnau, 1855) di Sungai Ciliwung [Concentration of heavy metals (Cd, Hg, and Pb) of amazon sailfin catfish, *Pterygoplichthys pardalis* (Castelnau, 1855) in Ciliwung River West Java]. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 15(3), 257-266.

Alfionita, A. N. A., Patang, P., & Kaseng, E. S. (2019). Pengaruh eutrofikasi terhadap kualitas air di sungai jeneberang. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 5(1), 9-23.

Ali, A. (2013). Kajian kualitas air dan status mutu air sungai Metro di Kecamatan Sukun kota Malang. *Bumi Lestari Journal of Environment*. 13(2), 265 – 274.

Amelia, Y., Muskananfolo, M. R., & Purnomo, P. W. (2014). Sebaran struktur sedimen, bahan organik, nitrat dan fosfat di perairan dasar Muara Morodemak. *Management of Aquatic Resources Journal*. 3(4), 208-215.

Anisafitri, J., Khairuddin, K., & Rasmi, D. A. C. (2020). Analisis Total Bakteri Coliform Sebagai Indikator Pencemaran Air Pada Sungai Unus Lombok. *Jurnal Pijar Mipa*, 15(3), 266-272.

Artiyani, A., & Firmansyah, N. H. (2016). Kemampuan Filtrasi Upflow Pengolahan Filtrasi Up Flow dengan Media Pasir Zeolit dan Arang Aktif Dalam Menurunkan Kadar Fosfat dan Deterjen Air Limbah Domestik. *Industri Inovatif: Jurnal Teknik Industri*, 6(1), 8-15.

Daroini, T. A., & Arisandi, A. (2020). Analisis BOD (Biological Oxygen Demand) di Perairan Desa Prancak Kecamatan Sepulu, Bangkalan. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, 1(4), 558-566.

Dinas Lingkungan Hidup Kota Bogor. 2019. Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah Kota Bogor. Bogor. 279 hlm.

Dinas Lingkungan Hidup Kota Bogor. 2017. Dokumen Informasi Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah Kota Bogor. Bogor.

Djoharam, V., Riani, E., & Yani, M. (2018). Analisis Kualitas Air Dan Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Pesanggrahan di Wilayah Provinsi DKI Jakarta. *Journal of Natural Resources and Environmental Management*. 8(1), 127-133.

Dwityaningsih, R., Triwuri, N. A., & Handayani, M. (2018). Analisa Dampak Aktivitas Penambangan Pasir Terhadap Kualitas Fisik Air Sungai Serayu Di Kabupaten Cilacap. *Jurnal Akrab Juara*, 3(3), 1-8.

Effendi, H. (2015). Simulasi penentuan indeks pencemaran dan indeks kualitas air (NSF-WQI). Puslitbang Kualitas dan Laboratorium Lingkungan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan : Jakarta.

Fakhrunisa, F., & Hadi, M. P. (2020). Pengaruh Morfometri Sungai Terhadap Kemampuan Self-Purification Di Sungai Tambakbayan, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Bumi Indonesia*, 9(4). 1 – 7.

Firdaus, D. R. S., Kusumaningtiyas, I. T., & Puwa, S. I. (2020). Infiltrasi Nilai Ekofeminisme Melalui Program Bogor Tanpa Kantong Plastik pada Masyarakat Bantaran Sungai Ciliwung di Kota Bogor. *Media Bahasa, Sastra, dan Budaya Wahana*, 26(1), 1 – 18.

Gemilang, W. A., & Kusumah, G. (2017). Status Indeks Pencemaran Perairan Kawasan Mangrove Berdasarkan Penilaian Fisika-Kimia di Pesisir Kecamatan Brebes Jawa Tengah. *EnviroScienteeae*, 13(2), 171-180.

Haerunnisa, H. (2014). Penggunaan Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) Dalam Penurunan Kadar Logam Tembaga (Cu) Pada Perairan Danau Tempe Kabupaten Wajo. *Jurnal Galung Tropika*, 3(2), 18 – 30.

Hakim, A. A., Kamal, M. M., Butet, N. A., & Affandi, R. (2016). Kondisi kualitas air sungai, aktivitas penangkapan, dan pemangku kepentingan (stakeholders) pada perikanan sidat di DAS Cimandiri, Jawa Barat. In *Seminar Nasional II: Pengelolaan Pesisir dan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta. 497 – 506.

Hamdi, A. S., & Bahrudin E. (2014). *Metode penelitian kuantitatif aplikasi dalam pendidikan*. Yogyakarta: Deepublish.

Hamuna, B., Tanjung, R. H., & MAury, H. (2018). Kajian Kualitas Air Laut dan Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia di Perairan Distrik Depapre, Jayapura. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(1), 35-43.

Hanifah, Y., & Widyastuti, W. (2017). Kajian Kualitas Air Sungai Konteng sebagai Sumber Air Baku Pdam Tirta Darma Unit Gamping, Kabupaten Sleman. *Jurnal Bumi Indonesia*, 6(1), 1 – 10.

Hasibuan, R. S. (2019). Kajian Kualitas Air Sungai Ciliwung. *Jurnal Nusa Sylva*, 17(2), 91-100.



- Hoya, A. L., Yuliasuti, N., & Sudarno, S. (2020). Kajian Karakteristik Indeks Kualitas Air Menggunakan Metode IP, Storet Dan NSF WQI. In *Seminar Nasional Lahan Suboptimal*, 1, 47 – 53.
- Khairunnisa, S., & Arumsari, A. (2016). Pengolahan Limbah Styrofoam Menjadi Produk Fashion. *eProceedings of Art & Design*, 3(2), 253 – 268.
- Khotimah, S. (2013). Kepadatan Bakteri Coliform di Sungai Kapuas Kota Pontianak. *Prosiding SEMIRATA 2013*, 1(1) : 1 – 12.
- Kusumaningtyas, D.I. (2016). Analisis Kadar Nitrat dan Klasifikasi Tingkat Kesuburan di Perairan Waduk Ir. H. Djuanda, Jatiluhur, Purwakarta. *Buletin Teknik Litkayasa Sumber Daya dan Penangkapan*, 8(2), 49-54.
- Lusiana, N., Widiatmono, B. R., & Luthfiyana, H. (2020). Beban Pencemaran BOD dan Karakteristik Oksigen Terlarut di Sungai Brantas Kota Malang. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(2), 354-366.
- Maryati, K. dan J. Suryawati. 2007. *Sosiologi*. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Maulana, F., & Syiddatul A, L. (2016). Arahana Pengelolaan Sampah dan Air Limbah Domestik di Kelurahan Cicadas Kecamatan Cibeunying Kidul Kota Bandung. 29 – 38.
- Mutmainah, H., & Adnan, I. (2018). Status Kualitas Perairan Kawasan Terpadu Pelabuhan Perikanan Samudera Bungus Menggunakan Metode Indeks Golongan Air. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(1), 107-116.
- Oktavia, D. A., Mangunwidjaja, D., Wibowo, S., Sunarti, T. C., & Rahayuningsih, M. (2012). Pengolahan Limbah Cair Perikanan Menggunakan Konsorsiummikroba Indigenous Proteolitik dan Lipolitik. *Agrointek*, 6(2), 65-71.
- Pambudi, A., Priambodo, T. W., Noriko, N., & Basma, B. (2017). Keanekaragaman fitoplankton Sungai Ciliwung pasca kegiatan bersih Ciliwung. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi*, 3(4), 204-212.
- Pangesti, F. S. P. (2020). Status mutu air sungai cibanten berdasarkan indeks pencemaran air. *JURNALIS: Jurnal Lingkungan dan Sipil*, 3(1), 1-10.
- Parwatinigtyas, D. (2015). Klasifikasi Jenis Batuan Sebagai Filter Air Bersih. *Faktor Exacta*, 5(1), 40-53.
- Patty, S. I., & Akbar, N. (2019). Sebaran Horizontal Fosfat, Nitrat dan Oksigen Terlarut di Perairan Pantai Bolaang Mongondow, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmu Kelautan Kepulauan*, 2(1), 13 – 21.
- Patty, S. I., Arfah, H., & Abdul, M. S. (2015). Zat hara (fosfat, nitrat), oksigen terlarut dan pH kaitannya dengan kesuburan di Perairan Jikumerasa, Pulau Buru. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 3(1), 43-50.

Prianto, E., & Husnah, H. (2017). Penambangan Timah Inkonsvensional: Dampaknya Terhadap Kerusakan Biodiversitas Perairan Umum di Pulau Bangka. *BAWAL Widya Riset Perikanan Tangkap*, 2(5), 193 – 198.

Priyono, A. (2011). Kajian Beban Pencemaran Limbah Usaha Kecil di Sungai Ciliwung Segmen Kota Bogor. *Media Konservasi*, 16(1), 32 – 40.

Putra, A. Y., & Yulia, P. A. R. (2019). Kajian Kualitas Air Tanah Ditinjau dari Parameter pH, Nilai COD dan BOD pada Desa Teluk Nilap Kecamatan Kubu Babussalam Rokan Hilir Provinsi Riau. *Jurnal Riset Kimia*, 10(2), 103-109.

Putra, I. S. (2016). Studi Pengukuran Kecepatan Aliran pada Sungai Pasang Surut. *INFO-TEKNIK*, 16(1), 33-46.

Putri, R. S., Hadisoebroto, R., & Hendrawan, D. I. (2018). Analisis Pencemaran pada Saluran Drainase di Bantaran Sungai Ciliwung Segmen 2 Akibat Air Limbah Domestik, *Prosiding Seminar Nasional Cendekiawan*. 671-677.

Putri, W. A. E., Purwiyanto, A. I. S., Agustriani, F., & Suteja, Y. (2019). Kondisi nitrat, nitrit, amonia, fosfat dan BOD di muara Sungai Banyuasin, Sumatera Selatan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 11(1), 65-74.

Rahimah, I., Siregar, V. and Agus, S., 2019. Kesesuaian Daerah Penangkapan Rajungan (*Portunus Pelagicus*) Menggunakan Analisis Spasial Parameter Lingkungan dan Hasil Tangkapan di Pulau Lancang. *Marine Fisheries: Journal of Marine Fisheries Technology and Management*, 10(2), 165-176.

Rahmatia, F., Sirait, M., & Ahmed, Y. (2020). The Effect of Normalization on The Zooplankton Structure in Ciliwung River. *Biofaal Journal*, 1(1), 27-36.

Rao, E. P., Puttanna, K., Sooryanarayana, K. R., Biswas, A. K., & Arunkumar, J. S. (2017). Assessment of nitrate threat to water quality in India. In *The Indian Nitrogen Assessment*. 323-333.

Republik Indonesia. Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

Rigitta, T. M. A., Maslukah, L., & Yusuf, M. (2015). Sebaran Fosfat Dan Nitrat Di Perairan Morodemak, Kabupaten Demak. *Journal of Oceanography*, 4(2), 415-422.

Rizqan, A., Mahyudin, I., Rahman, M., & Hadie, J. (2016). Status Kualitas Air Sungai Sekitar Kawasan Penambangan Pasir di Sungai Batang alai Desa Wawai Kalimantan Selatan. *EnviroScienteeae*, 12(1), 1-6

Romdania, Y., Herison, A., & Susilo, G. E. (2018). Kajian Penggunaan Metode IP, STORET, dan CCME WQI dalam Menentukan Status Kualitas Air. *Jurnal Spatial*, 18(1), 1-13.

Rosarina, D., & Laksanawati, E. K. (2018). Studi Kualitas Air Sungai Cisadane Kota Tangerang Ditinjau Dari Parameter Fisika. *Jurnal Redoks*, 3(2), 38-43.



Said, N. I. (2018). Metoda Penghilangan Logam Berat (As, Cd, Cr, Ag, Cu, Pb, Ni Dan Zn) di dalam Air Limbah Industri. *Jurnal Air Indonesia*, 6(2), 136 – 148.

Sara, P. S., Astono, W., & Hendrawan, D. I. (2018). Kajian kualitas air di Sungai Ciliwung dengan parameter BOD dan COD. *Prosiding Seminar Nasional Cendekiawan*. 591-597.

Siahaan, R., Indrawan, A., Soedharma, D., & Prasetyo, L. B. (2011). Kualitas Air Sungai Cisadane, Jawa Barat-Banten. *Jurnal Ilmiah Sains*, 11(2), 268-273.

Sidabutar, E. A., Sartimbul, A., & Handayani, M. (2019). Distribusi suhu, salinitas dan oksigen terlarut terhadap kedalaman di Perairan Teluk Prigi Kabupaten Trenggalek. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*, 3(1), 46-52.

Simbolon, A. R. (2016). Status Pencemaran di Perairan Cilincing, Pesisir DKI Jakarta. *Pro-Life*, 3(3), 167-180.

Suharyo, O. S., & Adrianto, D. (2018). Studi Hasil Running Model Arus Permukaan Dengan Software Numerik Mike 21/3 (Guna Penentuan Lokasi Penempatan Stasiun Energi Arus Selat Lombok-Nusapenida). *Applied Technology and Computing Science Journal*, 1(1). 30 – 38.

Suryono, T., & Badjoeri, M. (2013). Kualitas Air Pada Uji Pembesaran Larva Ikan Sidat (*Anguilla Spp.*) dengan Sistem Pemeliharaan yang Berbeda. *LIMNOTEK-Perairan Darat Tropis di Indonesia*, 20(2), 169 – 177.

Susmarkanto, S. (2012). Pencemaran Lingkungan Perairan Sungai Salah Satu Faktor Penyebab Banjir di Jakarta. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 3(1), 1 – 4.

Sutamihardja, R. T. M., Azizah, M., & Hardini, Y. (2018). Studi Dinamika Senyawa Fosfat dalam Kualitas Air Sungai Ciliwung Hulu Kota Bogor. *Jurnal Sains Natural*, 8(1), 43-49.

Sutrisno, A. J., & Arifin, H. S. (2020). Analisis Prediksi dan Hubungan antara Debit Air dan Curah Hujan pada Sungai Ciliwung di Kota Bogor. *Journal of Natural Resources and Environmental Management*, 10(1), 25 – 33.

Triatmojo, Suharjono and Erwanto, Yuny, Fitriyanto, & Nanung Agus. (2016). *Penanganan Limbah Industri Peternakan*. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.

Vandra, B., Sudarno, S., & Nugraha, W. D. (2015). Studi Analisis Kemampuan Self Purification pada Sungai Progo Ditinjau dari Parameter Biological Oxygen Demand (BOD) Dan Dissolved Oxygen (DO) (Studi Kasus: Buangan (Outlet) Industri Tahu Skala Rumahan Kecamatan Lendah Kabupaten Kulon Progo, Provinsi Daer (Doctoral dissertation, Diponegoro University). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 5(4), 1 – 8.

- Wahyuningsih, S., Dharmawan, A., & Novita, E. (2020). Purifikasi Alami Sungai Bedadung Hilir Menggunakan Pemodelan Streeter-Phelps. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 19(2), 95-102.
- Widayanti, G., Widodo, D. S., & Haris, A. (2012). Elektrodekolorisasi Perairan Tercemar Limbah Cair Industri Batik dan Tekstil di Daerah Batang dan Pekalongan. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 15(2), 62-69.
- Widyaningsih, S., & Sa'adah, N. (2018). Pengaruh Pemberian CO<sub>2</sub> terhadap pH Air pada Pertumbuhan *Caulerpa racemosa* var. *uvifera*. *Jurnal Kelautan Tropis*. 21(1), 17 – 22.
- Wijayanto, A. (2016). Pengaruh Frekuensi Perdagangan Saham, Volume Perdagangan Saham, Kapitalisasi Pasar dan Jumlah Hari Perdagangan terhadap Return Saham (Studi pada Saham Perusahaan Dagang Eceran yang Terdaftar dalam Indeks Saham Syariah Indonesia Sebelum Sampai Sesudah Bul. *Management Analysis Journal*, 5(1), 1 – 6
- Yudo, S. (2018). Perancangan Sistem Basis Data Online Monitoring Kualitas Air Di Sungai Ciliwung. *Jurnal Air Indonesia*, 9(1), 48 – 63.
- Yudo, S., & Said, N. I. (2018). Status Kualitas Air Sungai Ciliwung di Wilayah DKI Jakarta Studi Kasus: Pemasangan Stasiun Online Monitoring Kualitas Air di Segmen Kelapa Dua “Masjid Istiqlal. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(1), 13-22.
- Yulistia, E. (2020). Dampak Kegiatan Masyarakat di Sempadan Sungai Terhadap Kualitas Air Sungai Ogan di Kota Baturaja Kabupaten OKU. *UNBARA Environmental Engineering Journal (UEEJ)*, 1(1), 26-31.
- Yuningsih, H. D., Anggoro, S., & Soedarsono, P. (2014). Hubungan bahan organik dengan produktivitas perairan pada kawasan tutupan eceng gondok, perairan terbuka dan keramba jaring apung di Rawa Pening Kabupaten Semarang Jawa Tengah. *Management of Aquatic Resources Journal*, 3(1), 37-43.
- Zahidah, D., & Shovitri, M. (2013). Isolasi, karakterisasi dan potensi bakteri aerob sebagai pendegradasi limbah organik. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 2(1), 12 – 15.



## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Alat dan Bahan

No	Parameter	Alat	Bahan
1	Suhu	DO meter	Air Sampel
2	Arus	Botol plastik	Tali rafia Air
3	Total Dissolved Oxygen (TDS)	Cawan <i>porcelain</i> Oven Desikator <i>Filter apparatus</i> Timbangan <i>Hot plate</i>	Air sampel Kertas saring
4	pH	pH meter	Air sampel
5	Dissolved Oxygen (DO)	DO meter	Air sampel
6	Nitrat	Tabung reaksi <i>Vortex</i> <i>Waterbath</i> <i>Spektrofotometer</i> Pipet tetes	Air sampel Brucine $H_2SO_4$ pekat
7	Total Fosfat	Gelas piala <i>Hot plate</i> <i>Spektrofotometer</i> Pipet tetes	Air sampel $K_2S_2O_6$ $H_2SO_4$ 30% Indikator PP NaOH 6N Akuades <i>Mix reagent</i>
8	Biological Oxygen Demand (BOD)	Botol winkler Pipet tetes Inkubator	Air sampel Plastik hitam Air pengencer ( 1 L air suling + 1 mL <i>nutrient (buffer phosphate, <math>MgSO_4</math>, <math>CaCl_2</math>, <math>FeCl_2</math> )</i> )
9	Chemical Oxygen Demand (COD)	Tabung reaksi <i>Vortex</i> Pipet tetes COD reactor Sentrifugator <i>Spektrofotometer</i>	Air sampel Digest solution (low and high) $H_2SO_4$ $Ag_2SO_4$
10	Total Coliform	Tabung reaksi Rak tabung reaksi Lampu spiritus Batang ose Tabung durham Autoklaf Inkubator	Air sampel Lactose Broth (LB) Akuades Brilliant Green Lactose Bile Broth (BGLBB) Air tawar Garam fisiologis

## Lampiran 2. Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Air

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu Kelas II	Hasil Uji					
				Stasiun 1		Stasiun 2		Stasiun 3	
				Titik 1	Titik 2	Titik 1	Titik 2	Titik 1	Titik 2
<b>FISIKA</b>									
1	Suhu	°C	Dev 3	23,7	24,4	24,5	25,1	26,6	26,7
2	Arus	m/s	-	0,43	0,27	0,21	0,31	0,25	0,23
3	Total Dissolved Solid	mg/L	1000	87	50	84	102	105	56
<b>KIMIA</b>									
4	pH	-	6 – 9	8,36	7,90	7,93	7,90	7,3	7,39
5	Oksigen Terlarut (DO)	mg/L	≥4	6,9	6,30	6,30	6,90	5,90	6,30
6	Nitrat	mg/L	10	0,973	0,928	0,957	1,427	0,888	0,915
7	Total Fosfat	mg/L	0,2	0,130	0,201	0,265	0,142	0,200	0,165
8	Biological Oxygen Demand (BOD)	mg/L	3	5	5,50	4,40	6	6,50	5
9	Chemical Oxygen Demand (COD)	mg/L	25	25,76	26,67	21,87	29,64	32,97	25,76
<b>BIOLOGI</b>									
10	Total Coliform	MPN/100 mL	5000	5400000	120000	9200000	9200000	1600000	1600000



### Lampiran 3. Contoh Perhitungan IP di Stasiun 1 (Titik 1)

#### 1. Suhu

- Baku mutu suhu (Lij) : deviasi 3
- Hasil pengukuran suhu (Ci) : 23,7°C
- Lij (rata-rata) :  $\frac{(26+32)}{2} = 29$

Karena nilai Ci ≤ Li rata-rata, maka gunakan rumus

$$(Ci/Lij)baru = \frac{[Ci - (Lij)rata-rata]}{[(Lij)minimum - (Lij)rata-rata]}$$

$$(Ci/Lij)baru = \frac{23,7 - 29}{26 - 29} = 1,766666667$$

#### 2. Total Dissolved Solid (TDS)

- Baku mutu TDS (Lij) : 1000 mg/L
- Hasil pengukuran TDS (Ci) : 87 mg/L
- (Ci/Lij) : 87/1000 = 0,087

#### 3. potential of Hydrogen (pH)

- Baku mutu pH (Li) : 6 – 9
- Hasil pengukuran pH (Ci) : 8,36
- Li (rata-rata) :  $\frac{(6+9)}{2} = 7,5$

Karena nilai Ci > Li rata-rata, maka gunakan rumus

$$(Ci/Lij)baru = \frac{[Ci - (Lij)rata-rata]}{[(Lij)maksimum - (Lij)rata-rata]}$$

$$(Ci/Lij)baru = \frac{8,36 - 7,5}{9 - 7,5} = 0,573333333$$

#### 4. Oksigen Terlarut/Dissolved Oxygen (DO)

- Baku mutu DO (Lij) : ≥ 4 mg/L
- Hasil pengukuran DO (Ci) : 6,9
- DO jenuh (23°C) : 8,38

Karena DO termasuk parameter yang jika nilai parameter turun mengindikasikan pencemaran meningkat, maka gunakan rumus

$$(Ci/Lij)baru = \frac{Cim - Ci}{Cim - Lij}$$

$$= \frac{8,38 - 6,9}{8,38 - 4} = 0,337899543$$

## 5. Nitrat

- Baku mutu nitrat (Lij) : 10 mg/L
- Hasil pengukuran nitrat (Ci) : 0,973 mg/L
- (Ci/Lij) :  $10/0,972 = 0,0973$

## 6. Total Fosfat (TP)

- Baku mutu TP (Li) : 0,2 mg/L
- Hasil pengukuran TP (Ci) : 0,130 mg/L
- (Ci/Lij) :  $0,130/0,2 = 0,65$

## 7. Biological Oxygen Demand (BOD)

- Baku mutu BOD (Li) : 3 mg/L
- Hasil pengukuran BOD (Ci) : 5 mg/L
- (Ci/Lij) :  $5/3 = 1,666666667$

Karena nilai (Ci/Lij) > 1, maka gunakan rumus (Ci/Lij) baru

- (Ci/Lij) baru :  $1 + P \cdot \log (Ci/Lij)$
- :  $1 + P \cdot \log (1,666666667)$
- : 2,109243748

## 8. Chemical Oxygen Demand (COD)

- Baku mutu COD (Li) : 25 mg/L
- Hasil pengukuran COD (Ci) : 25,76 mg/L
- (Ci/Lij) :  $25,76/25 = 1,0304$

Karena nilai (Ci/Lij) > 1, maka gunakan rumus (Ci/Lij) baru

- (Ci/Lij) baru :  $1 + P \cdot \log (Ci/Lij)$
- :  $1 + P \cdot \log (1,0304)$
- : 1,06502925

## 9. Total Coliform (TC)

- Baku mutu TC (Li) : 5000 MPN/100ml
- Hasil pengukuran TC (Ci) : 5400000 MPN/100ml
- (Ci/Lij) :  $5400000/5000 = 1080$

Karena nilai (Ci/Lij) > 1, maka gunakan rumus (Ci/Lij) baru

- (Ci/Lij) baru :  $1 + P \cdot \log (Ci/Lij)$
- :  $1 + P \cdot \log (1080)$
- : 16,16711878



## 10. Nilai Indeks Pencemar (IP)

- $(C_i/L_i)$  rata-rata

$$\frac{1,76666667+0,087+0,57333333+0,337899543+0,973+0,65+2,109243748+1,06502925+16,16711878}{2} = 2,539287924$$

- $(C_i/L_i)$  maksimum : 16,16711878

$$P_{ij} = \frac{\sqrt{\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)M^2 - \left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)R^2}}{2}$$

$$= \frac{\sqrt{(16,16711878)^2 - (2,539287924)^2}}{2}$$

$$= 8,182660215$$

Berdasarkan klasifikasi mutu air dari nilai perhitungan IP yang diperoleh termasuk dalam perairan tercemar sedang.



**Lampiran 4. Tabel Perhitungan Indeks Pencemaran (IP)**

**Tabel 7. Hasil Perhitungan Indeks Pencemaran (IP) Titik 1 Stasiun 1**

<b>TITIK 1 STASIUN 1</b>				
<b>Parameter</b>	<b>Ci</b>	<b>Lij</b>	<b>Ci/Lij</b>	<b>Ci/Lij baru</b>
Suhu	23,7	26-32	1,766666667	1,766666667
Total Dissolved Solid	87	1000	0,087	0,087
pH	8,36	6-9	0,573333333	0,573333333
Oksigen Terlarut (DO)	6,9	≥4	0,337899543	0,337899543
Nitrat	0,973	10	0,0973	0,024325
Total Fosfat	0,13	0,2	0,65	0,65
Biological Oxygen Demand (BOD)	5	3	1,666666667	2,109243748
Chemical Oxygen Demand (COD)	25,76	25	1,0304	1,06502925
Total Coliform	5400000	5000	1080	16,16711878
			<b>(Ci/Li)R</b>	2,531179591
			<b>(Ci/Li)M</b>	16,16711878
			<b>IP</b>	8,18203214

**Tabel 8. Hasil Perhitungan Indeks Pencemaran (IP) Titik 2 Stasiun 1**

<b>TITIK 2 STASIUN 1</b>				
<b>Parameter</b>	<b>Ci</b>	<b>Lij</b>	<b>Ci/Lij</b>	<b>Ci/Lij baru</b>
Suhu	24,4	26-32	1,533333333	1,533333333
Total Dissolved Solid	50	1000	0,05	0,05
pH	7,9	6-9	0,266666667	0,266666667
Oksigen Terlarut (DO)	6,3	≥4	0,458823529	0,458823529
Nitrat	0,928	10	0,0928	0,0928
Total Fosfat	0,201	0,2	1,005	1,010830309
Biological Oxygen Demand (BOD)	5,5	3	1,833333333	2,316207174
Chemical Oxygen Demand (COD)	26,67	25	1,0668	1,140415035
Total Coliform	120000	5000	24	7,901056209
			<b>(Ci/Li)R</b>	1,641125806
			<b>(Ci/Li)M</b>	7,901056209
			<b>IP</b>	4,034847678



**Tabel 9.** Hasil Perhitungan Indeks Pencemaran (IP) Titik 1 Stasiun 2

<b>TITIK 1 STASIUN 2</b>				
<b>Parameter</b>	<b>Ci</b>	<b>Lij</b>	<b>Ci/Lij</b>	<b>Ci/Lij baru</b>
Suhu	24,5	26-32	1,5	1,5
Total Dissolved Solid	84	1000	0,084	0,084
pH	7,93	6-9	0,286666667	0,286666667
Oksigen Terlarut (DO)	6,3	≥4	0,458823529	0,458823529
Nitrat	0,957	10	0,0957	0,0957
Total Fosfat	0,265	0,2	1,325	1,611079391
Biological Oxygen Demand (BOD)	4,4	3	1,466666667	1,831657109
Chemical Oxygen Demand (COD)	21,87	25	0,8748	0,8748
Total Coliform	9200000	5000	1840	17,32408912
			<b>(Ci/Li)R</b>	2,674090646
			<b>(Ci/Li)M</b>	17,32408912
			<b>IP</b>	8,764628124

**Tabel 10.** Hasil Perhitungan Indeks Pencemaran (IP) Titik 2 Stasiun 2

<b>TITIK 2 STASIUN 1</b>				
<b>Parameter</b>	<b>Ci</b>	<b>Lij</b>	<b>Ci/Lij</b>	<b>Ci/Lij baru</b>
Suhu	25,1	26-32	1,3	1,3
Total Dissolved Solid	102	1000	0,102	0,102
pH	7,9	6-9	0,266666667	0,266666667
Oksigen Terlarut (DO)	6,9	≥4	0,294403893	0,294403893
Nitrat	1,427	10	0,1427	0,1427
Total Fosfat	0,142	0,2	0,71	0,71
Biological Oxygen Demand (BOD)	6	3	2	2,505149978
Chemical Oxygen Demand (COD)	29,64	25	1,1856	1,369690953
Total Coliform	9200000	5000	1840	17,32408912
			<b>(Ci/Li)R</b>	2,668300067
			<b>(Ci/Li)M</b>	17,32408912
			<b>IP</b>	12,394432

**Tabel 11.** Hasil Perhitungan Indeks Pencemaran (IP) Titik 1 Stasiun 3

<b>TITIK 1 STASIUN 3</b>				
<b>Parameter</b>	<b>Ci</b>	<b>Lij</b>	<b>Ci/Lij</b>	<b>Ci/Lij baru</b>
Suhu	26,6	26-32	0,8	0,8
Total Dissolved Solid	105	1000	0,105	0,105
pH	7,3	6-9	0,133333333	0,133333333
Oksigen Terlarut (DO)	5,9	≥4	0,523809524	0,523809524
Nitrat	0,888	10	0,0888	0,0888
Total Fosfat	0,2	0,2	1	1
Biological Oxygen Demand (BOD)	6,5	3	2,166666667	2,67896051
Chemical Oxygen Demand (COD)	32,97	25	1,3188	1,600894692
Total Coliform	1600000	5000	320	13,52574989
			(Ci/Li)R	2,272949772
			(Ci/Li)M	13,52574989
			IP	6,857700248

**Tabel 12.** Hasil Perhitungan Indeks Pencemaran (IP) Titik 2 Stasiun 3

<b>TITIK 2 STASIUN 3</b>				
<b>Parameter</b>	<b>Ci</b>	<b>Lij</b>	<b>Ci/Lij</b>	<b>Ci/Lij baru</b>
Suhu	26,7	26-32	0,766666667	0,766666667
Total Dissolved Solid	56	1000	0,056	0,056
pH	7,39	6-9	0,073333333	0,073333333
Oksigen Terlarut (DO)	6,3	≥4	0,423558897	0,423558897
Nitrat	0,915	10	0,0915	0,0915
Total Fosfat	0,165	0,2	0,825	0,825
Biological Oxygen Demand (BOD)	5	3	1,666666667	2,109243748
Chemical Oxygen Demand (COD)	25,76	25	1,0304	1,06502925
Total Coliform	1600000	5000	320	13,52574989
			(Ci/Li)R	2,104009087
			(Ci/Li)M	13,52574989
			IP	6,84420858



## Lampiran 5. Lokasi Pengambilan Sampel

STASIUN	TITIK	GAMBAR
Stasiun 1	Titik 1	<p><b>Bendungan Katulampa</b></p> 
		<p><b>Aliran anak sungai</b></p> 
		<p><b>Pertemuan anak sungai dan Sungai Ciliwung</b></p> 



		<div>Titik pengambilan sampel</div> 
Stasiun 1	Titik 2	<div>Sempadan sungai</div>  <div>Titik pengambilan sampel</div> 
Stasiun 2	TITIK 1	<div>Tumpukan sampah di pinggir sungai</div> 



**Pemukiman masyarakat dan MCK di pinggir sungai**



**Saluran mata air**



**Aliran Sungai**





100



101



102



Titik pengambilan sampel






Tumpukan sampah di sempadan sungai





## Lampiran 6. Dokumentasi

**Tabel 13.** Dokumentasi Pengambilan Air Sampel

No	Keterangan	Gambar
1	Pengambilan air sampel menggunakan	
2	Memasukan air sampel ke botol 1L	
3	Memasukan air sampel ke botol khusus mikroorganisme	



**Tabel 14.** Dokumentasi Pengukuran Kualitas Air


No	Parameter	Gambar
1	Suhu	
2	Arus	
3	Total Dissolved Solid (TDS)	



106



107

9	Chemical Oxygen Demand (COD)	
10	Total Coliform	